

## Implementation of the Nitrates Directive: the Case of Denmark

### Implementazione della direttiva sui nitrati: il caso della Danimarca

Søren S. Kjaer

L'uso del suolo agricolo è un fattore importante per lo stato dell'ambiente in Danimarca. La produzione agricola ha contribuito a deteriorare lo stato ambientale dell'Ambiente Idrico danese. La produzione animale in particolare ha causato problemi ambientali attraverso la perdita di nutrienti nell'ambiente.

In seguito alle decisioni del Parlamento, le misure per cambiare la pratica agricola al fine di controllare l'inquinamento da azoto sono state continuamente rafforzate dal 1987 ad oggi. La politica danese sui nutrienti si è concentrata sui nitrati, sia perché rappresentano una grave minaccia per le acque sotterranee e di superficie, sia in seguito alla direttiva sui Nitrati. La politica di controllo dell'inquinamento da nitrati è una politica globale ed in un certo senso aiuterà a cambiare la pratica agricola al fine di ridurre la perdita di ammoniaca e fosforo. In questa relazione, la politica danese sui nutrienti è indicata come politica danese sui nitrati.

#### La politica danese sui nitrati

L'elemento più importante della politica danese sui nitrati è il regolamento sulla buona pratica agricola per la gestione dei nitrati. La ratio è che le risorse disponibili possano essere usate efficacemente e che l'uso generale dei fertilizzanti azotati sia limitato ad un uso

*Agricultural land use is an important factor for the state of the environment in Denmark. Agricultural production has contributed to the deteriorated environmental state of the Danish Water Environment. Livestock production in particular has caused environmental problems through loss of nutrients to the environment.*

*Following decisions in Parliament, measures to change agricultural practice in order to control nitrogen pollution have been strengthened continuously from 1987 to date. The Danish nutrient policy has concentrated on nitrates because it has been regarded a serious threat to ground and surface water and because of the Nitrates Directive. The policy to control nitrate pollution is comprehensive and it will to some extent help to change agricultural practice in order to reduce loss of ammonia and phosphorous. In the following text the Danish nutrient policy is referred to as the Danish Nitrate policy.*

#### Danish Nitrate Policy

*The most important element in Danish nitrate policy is the regulation on good agricultural practice for nitrate management. The rationale is that resources available shall be used effectively and that the overall use of nitrogen fertiliser is limited to a sustainable*

sostenibile. Il regolamento si basa sulle leggi generali secondo il concetto di comando e controllo ed è inclusa ogni azienda agricola.

#### **La capacità di stoccaggio degli effluenti**

La capacità di stoccaggio deve essere sufficiente a garantire che l'applicazione del concime avvenga in conformità con le previsioni per l'applicazione sul campo e che vengano rispettati i parametri fissati dall'autorità per un uso efficace del contenuto dei nutrienti del concime. Questo corrisponde normalmente ad una capacità di circa nove mesi di scorte. Dal 1987 al 1997, il settore agricolo ha investito circa 650 milioni di dollari USA in capacità di stoccaggio. I sussidi governativi hanno contribuito circa per il 25% dell'investimento totale.

#### **Il quantitativo massimo di azoto animale applicato ai terreni**

I criteri di armonia sono un'espressione della massima quantità di concime animale che si può applicare per ettaro annualmente e quindi sono anche un'espressione di quanto azoto può essere applicato annualmente per ettaro. La quantità è espressa in unità animale (LU). Se la produzione di concime in un'azienda agricola supera le quantità prescritte, occorre sottoscrivere dei contratti di liberatoria che garantiscano che le quantità di concime in eccesso possano essere smaltite in altre proprietà.

#### **Colture di copertura e di cattura**

La terza condizione per una gestione efficace dei nutrienti è quella di impedire che l'azoto percoli dal terreno dopo la raccolta. Nelle singole aziende, deve esserci una copertura verde durante l'autunno pari ad almeno il 65% della cubatura dell'azienda. Questo requisito è soddisfatto principalmente dalla coltivazione di colture invernali come grano ed orzo. Per ulteriori 6% della cubatura dell'azienda, dopo la raccolta si deve piantare una coltura intercalare il cui effetto deve essere incluso nella pianificazione dei requisiti di azoto per la coltura successiva.

*level. The regulation is based on general rules following the concept of command and control and every agricultural farm is included.*

#### **Storage Capacity for Animal Manure**

*The storage capacity shall be sufficient to ensure that application of manure takes place in accordance with the provisions for field application, and that the utilisation efficiency of the nutrient content of the manure laid down by the authorities is observed. Normally this corresponds to a capacity of nine months supply. From 1987-1997, the agricultural sector invested approx. 650 million US dollars in storage capacity. Government subsidies have contributed approx. 25% of the total investment.*

#### **The maximum amount of nitrogen applied to land with animal manure**

*The harmony criteria are an expression of the maximum amount of livestock manure that may be applied per hectare annually and hence are also an expression of how much nitrogen may be applied per hectare annually. The amount is expressed in livestock units (LU).*

*If the production of manure in a farm holding exceeds the quantities written leasing agreements shall be made to ensure that excess manure quantities can be disposed of to other properties.*

#### **Green Cover and Catch Crops**

*The third condition for effective nutrient management is to keep nitrogen from leaching from the soil after harvest. On the single farm, there must be a green cover during the fall at a minimum of 65% of the farm hectare.*

*This requirement is primarily met by the cultivation of winter crops like wheat and barley. For an additional 6% of the farm hectare, a catch crop must be planted post-harvest and the effect must be included in the planning of the nitrogen requirement of the subsequent crop.*

### **Condizioni minime per l'utilizzo dell'azoto di origine animale**

L'efficienza d'uso dell'azoto nel concime animale è definita rispetto all'azoto del fertilizzante commerciale. Un'efficienza d'uso di circa 60% significa che il 60% dell'azoto totale nei concimi animali provenienti da stoccaggio è equivalente all'azoto del fertilizzante commerciale in termini di risposta della coltura all'aggiunta di fertilizzante. La regola è stata introdotta gradualmente. Nel 1997/98 il requisito era del 60% per liquami di suini e sarà portata al 70% entro la fine del 2003.

### **I valori normativi per la richiesta di azoto nelle colture**

I valori normativi per la richiesta di Azoto nelle colture sono sviluppati per ogni coltura in funzione del tipo di clima e di terreno. I valori normativi sono determinati sulla base di un numero di sperimentazioni in campo sulla risposta della coltura all'aggiunta di Azoto. La condizione ottimale è un tasso di applicazione economicamente ottimale con la prospettiva di ottimizzare il ritorno economico degli agricoltori. Secondo una decisione del 1998 del governo, la norma sull'azoto sarà ridotta al 10% sotto il tasso di applicazione economicamente conveniente dell'1 agosto 1998. Per monitorare i fertilizzanti vi è stato, già dal 1993, l'obbligo per gli agricoltori danesi di programmare rotazione di colture e piani di fertilizzanti e conteggio delle fertilizzazioni. Dal 1998 è stato anche introdotto il fatto che l'eccesso di fertilizzazione può essere sanzionato da multe amministrative, corrispondenti ad 1,5 e 3 dollari USA rispettivamente per eccesso di applicazione da 0-30 kg per ettaro/anno e superiori a 30 kg per ettaro/anno.

### **Strumenti volontari**

Oltre alla regolamentazione generale vi sono programmi basati su incentivi finanziari per attrarre gli agricoltori ad adeguarsi a metodi di produzione rispettosi dell'ambiente. T

### **Minimum Requirements for the Utilisation of Nitrogen in Animal Manure**

*The utilisation efficiency of N in animal manure is defined relative to commercial fertiliser N.*

*A utilisation efficiency of say 60% means that 60% of the total N in the animal manures ex storage is equivalent to commercial fertiliser N in terms of the crop response to fertiliser addition. The rule has been introduced gradually. In 1997/98 the requirement was 60% for pig slurry and it will be increased to 70% by the end of 2003.*

### **Standard Norms for Nitrogen Fertilisation**

*Normative values for crop N demand are developed for each crop as a function of climate and soil type. Normative values are determined based on a number of field experiments on crop response to N-addition. The optimum is the economically optimal application rate under the assumption of optimising the economic return to farmers. Following a Government decision in 1998, the nitrogen norm will be reduced to 10% below the economically optimal application rate from 1 August 1998. To monitor the fertiliser, since 1993 there has been an obligation for Danish farmers to draw up crop rotation and fertiliser plans and fertiliser accounts. From 1998 it has also been introduced that excess fertilisation can be sanctioned by administrative fines, corresponding to 1,5 and 3 US dollars respectively for excess application from 0-30 kg per hectare/yr and above 30 kg per hectare/yr.*

### **Voluntary instruments**

*Besides the general regulation there is a number of programmes based on financial incentives to attract farmers to adapt environmentally friendly production methods. The programs include financial support for the conversion to organic farming for instance, and for nature restoration projects like reforestation and re-establishment of wetlands.*

programmi includono il sostegno finanziario per la conversione ad esempio all'agricoltura biologica, e per progetti di ripristino della natura quali il rimboschimento e il risanamento dei terreni paludosi.

#### **Efficienza alimentare**

In Danimarca, vi è stato uno sviluppo continuo verso un'alimentazione proteica più efficiente del bestiame. L'uso delle proteine per chili di carne di suino e di pollame prodotti è stato ridotto dall'allevamento per una crescita più rapida degli animali e dall'adattamento della composizione aminoacidica della dieta ai bisogni degli animali. Nel bestiame da latte il contenuto proteico della dieta è stato ridotto del 7% su base nazionale dal 1985 al 1990, introducendo un nuovo sistema di valutazione delle proteine.

#### **Conclusioni**

- si è verificata una riduzione dell'impatto ambientale dovuto alla produzione animale nelle fattorie;
- si è verificato un cambiamento nell'atteggiamento nei confronti di una produzione agricola rispettosa dell'ambiente;
- il controllo è un pre-requisito per una regolamentazione ambientale basata sul comando e il controllo;
- l'introduzione della regolamentazione ambientale ha portato costi aggiuntivi per il settore agricolo;
- certi problemi ambientali possono soltanto essere affrontati a livello regionale o internazionale.

#### **Feed Efficiency**

*In Denmark, there has been a continuous development towards more efficient protein feeding of livestock. The use of protein per kg of pig and poultry meat produced has been reduced by breeding for faster growth of the animals and by adjusting the amino acid composition of the diet to the needs of the animals. In dairy cattle feeding the protein content of the diet was reduced by 7 % nationally from 1985 to 1990 by introducing a new protein evaluation system.*

#### **Conclusions**

- *reduced environmental impact due to livestock production has occurred,*
- *changed attitude towards environmental friendly agricultural production has occurred,*
- *control is a pre-condition for a command and control based environmental regulation,*
- *introduction of environmental regulation has brought additional costs to the agricultural sector,*
- *certain environmental problems can only be targeted regionally or internationally.*

## **FERT-MIEUX, an original method to reduce non-point water pollution by nitrates**

### ***FERT-MIEUX, un metodo originale per ridurre l'inquinamento diffuso delle acque da nitrati***

Marie-Line Burtin

#### **FERT-MIEUX, the aims**

FERT-MIEUX started in 1991 in reaction to the rapidly increasing demand of the society for a better 'nitrate-quality' of water. Farmers' practices were seen as the main cause of these water quality problems. From the beginning, the aims of FERT-MIEUX have been to reduce the risks of non-point water pollution by nitrates of agricultural origin, while preserving the farmers' income. Its originality is that this action is based on a network of local operations which provide advice to the farmers and which follow precise formal specifications (Corpen, 1991) that allow the attribution of a quality label. These local actions appeal to farmers' goodwill, inviting them into a process of progress and sustained improvement.

#### ***A national structure***

Three complementary structures have been created :

- A Steering Committee which decides the main lines of action and awards the label to local actions (for 1 or 2 years). Presided over by a farmer, this committee brings together the agricultural profession, water and fertiliser distributors, and the ministries of agriculture and environment.
- A Scientific and Technical Committee which

evaluates local operations that apply for the label. This committee, which vouches for the seriousness and quality of the operations and preserves the independence of the label, is presided over by the Scientific Director of the INRA, Michel Sebillotte;

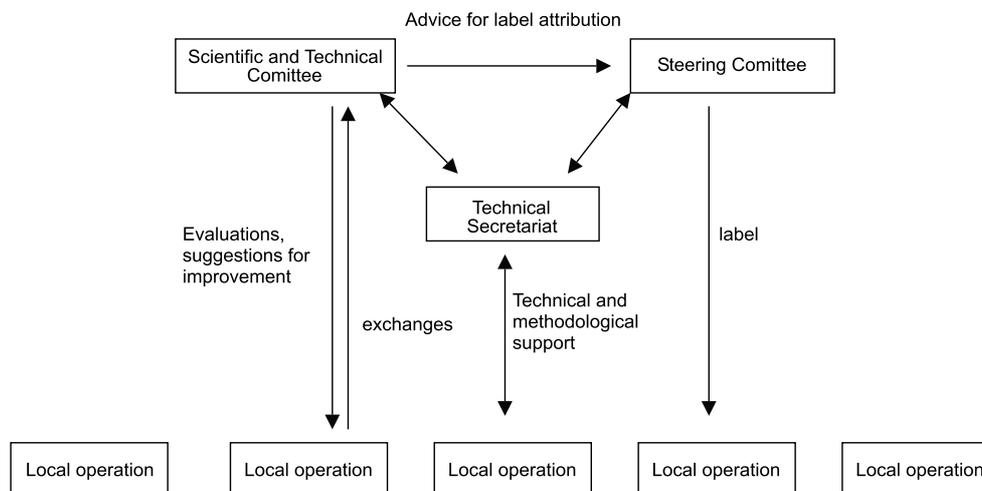
- A Technical Secretariat which prepares the evaluation files of the operations, helps them to improve their intervention, coordinates the network of local operations and maintains the expertise on technical subjects.

#### ***A network of local operations***

In 2001, FERT-MIEUX counted 50 local labelled or pre-labelled operations (Simoëns, 2002) which concern 26.000 farmers and 2 million ha of agricultural soil (Figure 2). These operations are very different from each other: the smallest concerns 1.800 ha of agricultural area, the largest 100.000 ha. The agricultural population varies between 30 and 1.400 farmers per operation. This population is very variable as well and includes grain farmers, cattle, pig or sheep breeders, vegetable growers, wine growers, horticulturists and fruit growing farmers. Similarly, the protected resources can be a spring used by a few dozen people, a ground water body supplying drinking water for an entire country, or a river. This variety shows that the FERT-MIEUX

Sommarrio	Summary
<p>FERT-MIEUX ha come obiettivo di diminuire i rischi dell'inquinamento diffuso delle acque ad opera dei nitrati di origine agricola, mantenendo nel contempo il reddito degli agricoltori.</p> <p>Si tratta di una rete di interventi locali di consulenza agronomica, basati su un approccio rigoroso: diagnosi iniziale – azioni – valutazione. La qualità dell'intervento è riconosciuta da un'etichetta, attribuita da un Comitato di Indirizzo nazionale.</p> <p>Ogni intervento locale riunisce tutti gli attori locali dell'agricoltura e dell'acqua e divulga consulenze elaborate in comune.</p> <p>Le valutazioni mostrano che FERT-MIEUX consente di migliorare le pratiche di gestione dell'azoto da parte degli agricoltori.</p>	<p>FERT-MIEUX aims to reduce the risks of non-point water pollution by nitrates of agricultural origin, while preserving the farmers' income.</p> <p>It coordinates agronomic advice in a network of local operations. The advice is based on a rigorous approach that includes an initial diagnosis, the definition of appropriate actions, and an evaluation. A quality label, decreed by a national Steering Committee, can be attributed to individual operations.</p> <p>Each local operation brings together all those actively concerned with agriculture and water and takes care of the distribution of the elaborated advice to those concerned.</p> <p>The evaluations show that the FERT-MIEUX approach has improved the nitrogen management of farmers.</p>

Figure 1 – The functioning and structure of FERT-MIEUX  
 Figura 1 – Funzionamento e struttura di FERT-MIEUX



approach requires a strong adaptability to local conditions.

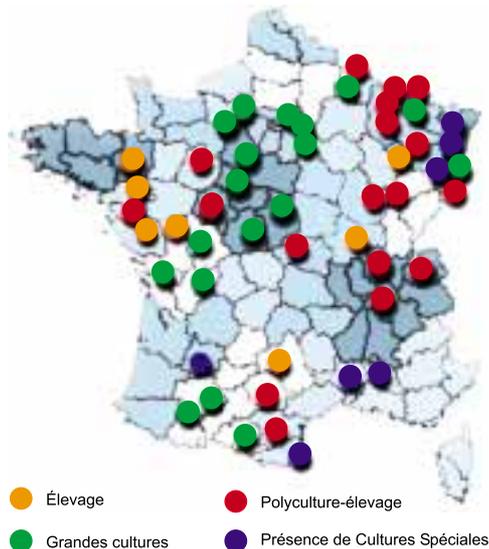
**FERT-MIEUX operations: six major principles**

*Association of partners and participants*

With the aim of protecting the water resource and preserving the farmers' incomes, a local operation FERT-MIEUX has to mobilize all

those who are concerned by the water quality: the farmers, their advisers (cooperatives, private agencies, chamber of agriculture, etc.), the water distributors, the administrations, the fertilizer sellers, etc. All these participants are gathered in a local Steering Committee which defines the programme, checks its coherence and the required financial means. For the precise definition of the advice to give, the

Figure 2 – Map of the FERTI-MIEUX operations in France  
 Figura 2 – Mappa degli interventi FERTI-MIEUX in Francia



operation relies on a Technical Committee and a specialised adviser. These draw up the plan of action to manage.

**Definition of target areas**

The area for intervention has to be coherent with the circulation of water in the resource to be protected. The most efficient way is to consider the whole feed basin. But the definition of the area must also take farming structures into account: farmers included in the area must feel related to that area. For the definition of the area for action, we often need a hydro-geological diagnosis, which examines:

- water flow paths and the links between surface and ground waters;
- the vulnerability of the water resources and the mechanisms of the pollution (runoff or infiltration);
- the different nitrate sources and relative importance of point and non-point source pollution;
- the water quality response times.

**Elaboration of an agronomical diagnosis**

When we are sure that farming is one of the causes of nitrate pollution, we have to

determine precisely where the risky situations are, in order to define priorities in the intervention. (Sebillotte, Meynard, 1990).

In order to identify risky situations, we need to analyse a) the sensitivity of the environment to nitrate leaching, and b) the capacity of the cropping systems to create excess of mineral nitrogen. Indeed, high risks of nitrate leaching are connected to situations in which cropping systems with a lot of nitrogen excess are farmed on soils which are very sensitive to nitrate leaching. Such cases must be treated first in the advice action. On the contrary, we can neglect the cases of non-sensitive soils in combination with cropping systems which do not create an excess of mineral nitrogen.

The agronomical diagnosis must also identify the farmers' motivations (why they act as they do) and their level of knowledge on the nitrate leaching mechanisms. This understanding is indispensable for the definition of appropriate advice, and allows one to anticipate their hesitations.

**Advice in order to change the cultural methods**

After the diagnosis, the advising action can be planned. This plan has to be shared and agreed upon by all the farmers' advisers who work in the target area. Indeed, the farmers will only trust coherent advice, and contradictions between the various advisers must be avoided above all. The plan of action defines:

- the targets: those farmers who are concerned by the risky situations as identified in the agronomical diagnosis;
- the content of the advice: the advice should include all aspects of nitrogen management, thus not only nitrogen dose, but also the partitioning of doses in time and between mineral and organic manure, storage and application techniques, inter-crops management, etc.;
- the way to communicate the advice to the farmers. The motivation study is especially important in this respect, because it allows the determination of the prerequisites to reach

before technical advice can be given. It is useless to ask farmers to reduce their nitrogenous fertilizer doses if they do not recognize the possibility that their fields may be nitrate pollution sources. The action plan should thus foresee the distribution of messages to the farmers which make them aware of the problem of nitrate pollution and their part in it, in a next stage messages which explain the phenomena and finally those which give technical advice on the subject. For each step of the action plan, the most appropriate media has to be chosen: technical papers, news bulletins, meetings, training courses, excursions to experimental fields, etc.

#### *Impart to non-farmers*

The FERT-MIEUX formal specifications oblige the action leaders to inform the farmers' partners and the non-agricultural society about the environmental efforts undertaken by the farmers. This will provoke a clear positive feedback to the farmer, which is important to remain motivated. This motivation is a major factor which determines the success of FERT-MIEUX operations and the resulting environmental improvement, in particular when the protected water resource has a very long reaction time, and improvement of water quality can only be measured after several years of modified cultural methods.

#### *Evaluation*

This is an essential stage in the operation, which must include:

- an evaluation of the functioning of the action, in which executed tasks are compared to those initially programmed;
- an evaluation of the impact of the action: here it is determined how well the action is known, appreciated and put into practice by the farmers. For this evaluation, indicators are used, such as the rate of farmers' participation in meetings or excursions, the nitrogen gifts, or the nitrates content of water at fixed locations;

- an evaluation of the changes in the farmers' nitrogen management. This is the most important part of the evaluation and the one on which a FERT-MIEUX operation can be judged.

#### *Why an evaluation of the changes in nitrogen management?*

For most of the partners of a FERT-MIEUX operation, the most expected result is a decrease of the nitrate concentration in water which could thus be used as the only and essential indicator for an evaluation. However, this indicator is rarely sufficient, because:

- the hydro-geological knowledge is rarely sufficient to directly connect a cause (farmers' nitrogen management) to a result (nitrate content of water);
- the response time of a water resource can be very long;
- nitrate concentrations of water are often characterised by rather strong short-term variations related to specific climatic conditions of the year; significant trends in the nitrate concentration can only be identified over long periods (several years).

On the other hand, the present scientific and technical knowledge allows estimation of the potential effect of cultural methods on water quality. So, an analysis of cultural methods and their evolution will permit an impact estimation of farming. In order to do this, FERT-MIEUX has developed a rigorous method (Lanquetuit, Sebillotte, 1997), based on the analysis of indicators, which allow the definition of farmers' practices and their impact on water quality. These indicators are then combined to yield a "grid of risks" containing surface proportions of different risk classes.

#### **A label as a guarantee**

An advice action which corresponds to the formal FERT-MIEUX specifications can apply for a label. The label brings 4 guarantees:

- for farmers: it guarantees that the given advice will lead to a decrease of nitrate

Figure 3 – The FERTI-MIEUX quality label  
 Figura 3 – L'etichetta di qualità FERTI-MIEUX



- leaching from their fields, and that their income will not decrease; it also shows that their efforts are recognised;
- for advisers: the label indicates that their ways of working are of good quality;
  - for financiers: it is a guarantee that the money put into the action has led to intended results;
  - for the general public: the label proves that the farmers act efficiently for the preservation of water quality.

To obtain the label, a codified procedure is followed (ANDA, 1999). First a pre-label is attributed, decreed on paper. The label attribution depends on a confirmation by two experts of the Scientific and Technical Committee after meeting the local partners. The label is decreed for 1 or 2 years by the national Steering Committee. Renewal is subject to a written evaluation. This labelling procedure and the renewal periods guarantee an identical treatment of all operations, and encourage a continuity in the results of the local interventions.

### **FERTI-MIEUX: results**

#### *Attitudes and dialogues*

Ten years after the beginning of the first local interventions, we can say that FERTI-MIEUX has widely contributed to the fact that farmers

now recognise that they are partly responsible for nitrate pollution. The action plans force all advising partners to first explain the phenomena of nitrates pollution before giving any sort of technical advice.

Within the structure of the local Steering Committees, professional representatives of agriculture have started to discuss matters with people they were not used to speak to: syndicates for water supply, Water Agencies, associations for environmental protection, etc. Despite the fact that disagreements will always remain, it can be stated that now links between agriculture and environment have been established.

This dialogue has often led to new partnerships. In particular, the much stronger involvement of Water Agencies in agriculture and its development deserves to be mentioned.

#### *Changes in cultural methods*

In 2000, an evaluation was made of the impact of 26 local FERTI-MIEUX operations (ANDA, 2000). Distinct changes in cultural methods could be identified. The high doses of nitrogen fertilizers applied to crops such as maize or rape have decreased, and the partitioning of the doses and application dates have improved. For the animal keepers, the management of manure has improved. The latter effect can partly be attributed to national programs aiming at the standardisation of animal houses which allows the animal keepers to install equipment to improve manure management. In certain local actions, an increased use of cover crops and green manure crops grown over fall and winter was identified.

#### *Impact on water quality?*

In a lot of local actions, there is a strong inertia to changes of cultural methods of the water resource. Nevertheless, in some of the actions nitrate concentration peaks have decreased and average nitrate concentrations have decreased or have become stable. The FERTI-MIEUX evaluation of 2000 on 26 local actions shows a

decrease of nitrate concentrations in water in 7 cases, a stabilization in 6 cases, no evolution in 5 cases, an increase in 4 cases and undefined variations in 3 cases. Anyway, all the local actions interpret and communicate these results with the greatest care, because the observed evolutions depend on a lot of factors, of which the FERT-MIEUX program is only one. In most of the cases, it is impossible to evaluate the role of each individual factor.

### The future of FERT-MIEUX?

The partnership which has been initiated and practised in FERT-MIEUX actions and the obtained results have brought a great credibility to their managers. This has led them to become the experts when there is a problem between agriculture and environment. They are more and more consulted in cases of particular problems and their opinion is appreciated.

On the other hand, FERT-MIEUX has proved its value as a method to deal with the problem of nitrate pollution from agricultural origin. As a result, a few local actions have decided to apply a similar method to problems such as the diffuse pollution by pesticides or soil erosion. For these subjects the farm-scale approach is insufficient. The FERT-MIEUX method, which includes multi-partnership and the area-based approach, offers all the necessary elements to deal with these subjects. This new orientation is now under development on a national level.

Since 2002, the structure for the label attribution (ANDA) has stopped its activities. Most local actions have continued their work on the basis of the FERT-MIEUX specifications, but this situation is not sustainable. The partners of the local actions, and in particular the financing

institutions, stress the necessity of the label to maintain the quality image of FERT-MIEUX. Obviously, a new, similar labelling structure needs to be created in the near future to ensure quality and objectivity. FERT-MIEUX has proved its value to influence farmers' practices and to decrease the pressure of agricultural activities on water resources. The achievements are due to the use of a rigorous method, in which the quality label has a vital function. We therefore hope that FERT-MIEUX will be given a future.

### Bibliography

- ANDA (1999). *L'opération FERTI-MIEUX*, 36 p.
- ANDA (2000). *Evolution des pratiques agricoles et de la qualité de l'eau*, 43 p.
- Burtin M.L. (2003). *FERTI-MIEUX et démarche qualité: de la labellisation à la certification?* Mémoire de DESS Qualité, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 50 p.
- CORPEN (1991). *Cahier des charges des opérations de conseil aux agriculteurs en vue de protéger l'eau contre la pollution nitratée*, 69 p.
- Lanquetuit D., Sébillotte M. (1997). *Protection de l'eau, le guide FERTI-MIEUX pour évaluer les modifications de pratiques des agriculteurs*, ANDA, 179 p.
- Sébillotte M., Meynard J.M. (1990). *Systèmes de culture, systèmes d'élevage et pollutions azotées*, in Colloque Nitrates-Agriculture-Eau, INA-PG, Ed. INRA, pp. 289-312.
- Simoëns C. (2002) *Evaluation des modifications de pratiques des agriculteurs: une méthode pour comprendre et agir à l'échelle d'un bassin*, Colloque "Quels diagnostics pour quelles actions agroenvironnementales?", SOLAGRO, pp. 48-58.

## The Walloon Programme for Sustainable Nitrogen Management in Agriculture (PSNM)

### *Il Programma Vallone per una gestione sostenibile dell'azoto in agricoltura (PSNM)*

Jean-François Maljean

#### Introduction

Belgium, Member of the European Union, is a federal state. With Brussels and Flanders, Wallonia is one of the three Regions of Belgium. Belgian Regions are responsible for agriculture and the environment. This is the reason why the “nitrate” Directive (Directive 91/676/CEE) is implemented directly at the regional level, without specific co-ordination at the national level.

Figure 1 – Situation of Wallonia in Europe  
*Figura 1 – Localizzazione della Vallonia in Europa*



The main figures about agriculture in Wallonia are presented below:

- Farmers: 20.000;
- Agricultural surface: 750.000 ha;

- Grasslands: 375.000 ha;
- Arable land: 375.000 ha;
- Bovine cattle: 1.500.000 heads;
- Pigs: 325.000 heads;
- Poultry: 3.000.000 heads.

Grasslands and arable lands represent each 50% of the Walloon agricultural surface and bovine cattle is by far the most important breeding sector in Wallonia. In average, the quantity of nitrogen produced by the Walloon stock breeding per hectare does not exceed the 170 kg N<sub>org</sub> limit laid down by the “nitrate” Directive.

The Walloon Programme for Sustainable Nitrogen Management in Agriculture (PSNM) is the new implementation tool of the “nitrate” Directive for Wallonia. More than a simple transcription of the European Directive, the PSNM is also a fertilisation management tool for the farmers.

The drawing up process of the PSNM was initiated in 2000, under the impetus of Mr Michel Foret, the Walloon Minister for the Environment. From the first stage of the process, a task force was set up, which gathered together farmer representatives, drinking water representatives and the involved Ministries (Agriculture and the Environment), under the presidency of the Minister for the Environment. The dynamics of this task force is such that it is much more than just a consultation group. It is

## Sommario

Il Belgio, membro dell'Unione Europea, è uno stato federale. Con Bruxelles e le Fiandre, la Vallonia è una delle tre regioni del Belgio. Le regioni del Belgio sono responsabili dell'agricoltura e dell'ambiente. Questa è la ragione per cui la direttiva sui nitrati (direttiva 91/676/CEE) è implementata direttamente a livello regionale, senza uno specifico coordinamento a livello nazionale.

Il Programma Vallone per una gestione sostenibile dell'azoto in agricoltura (PSNM) è il nuovo strumento di implementazione della Direttiva "nitrati" per la Vallonia. Più di una semplice trascrizione della Direttiva Europea, il PSNM è anche uno strumento di gestione della fertilizzazione per gli agricoltori.

Il processo di elaborazione del PSNM è iniziato nel 2000. Sin dalle prime tappe del processo, è stato creato un gruppo di lavoro che riuniva rappresentanti degli agricoltori, della gestione delle acque potabili e dei Ministeri interessati (Agricoltura ed Ambiente), sotto la presidenza del Ministero dell'Ambiente. La dinamica di questo gruppo di lavoro è tale che non si tratta di un semplice gruppo di consulenza. È effettivamente un ente co-decisionale che lavora in accordo con i principi di un "governo partecipativo".

Un'altra specificità importante del PSNM è il suo approccio globale (misure coercitive anche fuori dalle Zone Vulnerabili) che consentono contemporaneamente soluzioni specifiche ed adeguate a seconda delle condizioni locali (ad es. lo status specifico del "Pays de Herve").

Otto elementi principali costituiscono il PSNM:

1. Designazione delle Zone Vulnerabili (VZ);
2. Regole sullo stoccaggio del concime;
3. Regole sulla gestione dell'azoto;
4. Limiti di diffusione sul terreno;
5. Il principio del "collegamento al terreno" (LS);
6. Contratti di esportazione del concime (MC);
7. Il Processo di Qualità (QP);
8. Un ente consulente: Nitrawal.

Questo articolo è particolarmente dedicato alla presentazione del Processo di Qualità (QP).

Il Processo di Qualità è un contratto individuale stabilito tra l'agricoltore e il Ministero dell'Ambiente. Questo contratto ha durata di 4 anni ed è rinnovabile. In cambio di una deroga alla maggiore diffusione di azoto organico (concime) nei suoli rispetto a quanto solitamente autorizzato,

## Summary

Belgium, Member of the European Union, is a federal state. Along with Brussels and Flanders, Wallonia is one of the three Regions of Belgium.

In Belgium, Regional Governments are responsible for agriculture and the environment.

This is the reason why the "nitrates" Directive (Directive 91/676/CEE) is implemented directly on a regional level, without specific coordination on a national level.

The Wallonian Programme for Sustainable Nitrogen Management in Agriculture (PSNM) is the new implementation tool of the "nitrates" Directive for Wallonia. More than a simple transcription of the European Directive, the PSNM is also a fertilisation management tool for the farmers.

The drawing up process of the PSNM was initiated in 2000. At the first stage of the process, a task force was set up, which gathered together farming representatives, drinking water representatives and the Ministries involved (Agriculture and the Environment), under the presidency of the Minister for the Environment. The dynamics of this task force are such that it is much more than just a consultation group. It is actually a co-decisional body working in accordance with the "participative governance" principles.

Another important characteristic of the PSNM is its global approach (compulsory measures even out of Vulnerable Zones) allowing in the meantime specific and adapted solutions depending on local conditions (e.g. the specific status of the "Pays de Herve").

Eight main pillars constitute the PSNM:

1. Designation of Vulnerable Zones (VZ);
2. Manure storage rules;
3. Nitrogen management rules;
4. Land-spreading limits;
5. The "Linkage to the soil" principle (LS);
6. Manure Exportation Contracts (MC);
7. The Quality Process (QP);
8. An Advisory body: Nitrawal.

This paper is particularly dedicated to the presentation of the Quality Process (QP).

The Quality Process is an individual contract established between the farmer and the Ministry for the Environment. This contract has a four year duration and is renewable. In return for a derogation to land-spread more organic nitrogen (manure) than usually authorised, the farmer

l'agricoltore si impegna a rispettare diversi obblighi, a valutare ed a migliorare le sue pratiche di fertilizzazione e a raggiungere risultati specifici nel campo della gestione dell'azoto. Al fine di facilitare questo processo, l'agricoltore collabora con un consulente tecnico, membro dello specifico ente consulente creato a questo scopo: "Nitrawal".

Un agricoltore impegnato nel Processo di Qualità ha 5 obblighi fondamentali da soddisfare:

- Collaborazione con Nitrawal (ente consulente).
- Valori dei Nitrati potenzialmente percolabili (PLN) soddisfacenti e sostenibili.
- Equilibrio dell'Azoto (NB) soddisfacente e sostenibile.
- Pratiche agricole per la gestione dell'azoto (NMP).
- Adempimento delle altre regole fondamentali del Programma per una gestione sostenibile dell'azoto in agricoltura (PSNM).

Due documenti importanti sono definiti ogni anno da Nitrawal e dall'agricoltore impegnato nel Processo di Qualità. Questi due documenti sono: il "Rapporto sull'ultima campagna" (LC) e il "Piano di previsione per la prossima campagna" (NC). Entrambi i documenti sono determinanti nel Processo di Qualità. Ogni anno, il LC e il NC vengono redatti dall'agricoltore e dall'ente consulente. Il LC stabilisce, per l'ultima campagna, il rispetto degli obblighi e la conformità agli obiettivi (PLN + Equilibrio di Azoto + Pratiche di gestione dell'Azoto). Il NC stabilisce gli obiettivi da raggiungere per la prossima campagna (PLN + Equilibrio dell'Azoto + Pratiche di gestione dell'Azoto).

Dopo quattro anni, un Rapporto Finale (FR) viene redatto dall'agricoltore insieme all'ente consulente (Nitrawal). Il Rapporto Finale stabilisce il rispetto degli obblighi e la conformità con gli obiettivi dell'agricoltore per quanto concerne la gestione dell'azoto e il miglioramento del suo impatto sull'ambiente. Il Ministero dell'Ambiente decide l'approvazione del Rapporto Finale. Se il Rapporto Finale viene approvato, il Processo di Qualità può essere rinnovato per ulteriori quattro anni.

commits himself to respect various obligations, to assess and improve his fertilising practices and to reach specific results in the field of nitrogen management. In order to facilitate this process, the farmer co-operates with a technical advisor, member of the specific advisory body created for this purpose: "Nitrawal".

A farmer committed to the Quality Process has five basic obligations to meet:

- Co-operation with Nitrawal (the advisory body).
- Satisfactory and sustainable Potentially Leachable Nitrate (PLN) values.
- Satisfactory and sustainable Nitrogen Balance (NB).
- Nitrogen Management farm Practices (NMP).
- Fulfilment of the other basic rules of the Programme for Sustainable Nitrogen Management in Agriculture (PSNM).

Two important documents are established yearly together by Nitrawal and the farmer committed to the Quality Process. These two documents are: the "Last Campaign Report" (LC) and the "Next Campaign Forecast Plan" (NC). Both documents are milestones in the Quality Process. Every year, LC and NC are drawn up by the farmer and the advisory body. The LC evaluates, for the last campaign, the respect of obligations and the compliance with objectives (PLN + N Balance + Nitrogen Management Practices). The NC establishes the objectives to reach for the next campaign (PLN + N Balance + Nitrogen Management Practices).

After 4 years, a Final Report (FR) is drawn up by the farmer together with the advisory body (Nitrawal). The Final Report evaluates the respect of obligations and the compliance with the farmer's objectives concerning nitrogen management and the improvement of its impact on the environment. The Ministry for the Environment decides whether to approve the Final Report. If the Final Report is approved, the Quality Process can be renewed for four more years.

actually a co-decisional body working in accordance with the "participative governance" principles. The result is that the outcomes of this process are fully supported by all partners, even

if they have contradictory interests. Therefore, the PSNM and the "nitrate" Directive are expected to be really and actively implemented on the field.

Another important specificity of the PSNM is its global approach (compulsory measures even out of Vulnerable Zones) allowing in the meantime specific and adapted solutions depending on local conditions (e.g. the specific status of the “Pays de Herve”).

Eight main pillars constitute the PSNM:

1. Designation of Vulnerable Zones (VZ);
2. Manure storage rules;
3. Nitrogen management rules;
4. Land-spreading limits;
5. The “Linkage to the soil” principle (LS);
6. Manure Exportation Contracts (MC);
7. The Quality Process (Q);
8. An Advisory body: Nitrawal.

This paper is particularly dedicated to the presentation of the Quality Process (QP).

#### Designation of Vulnerable Zones (VZ)

According to article 3 of the “nitrate” Directive, four Vulnerable Zones are designated in Wallonia:

- Sables Bruxelliens;
- Crétacé de Hesbaye;
- Sud namurois;
- Comines-Warneron.

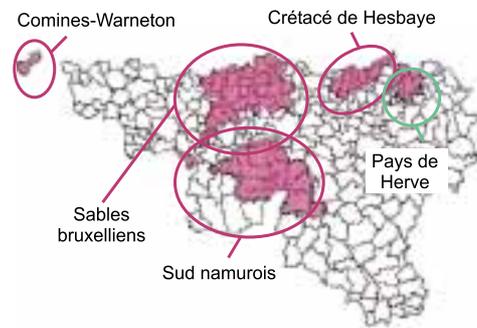
Because of the abundance of grasslands and the question of total nitrogen management (organic + chemical nitrogen), rather than only organic nitrogen management, the “Pays de Herve” has a specific status, different than the VZ status. In total, the Wallonian VZs and the “Pays de Herve” represent together more than 18% of the Wallonian territory. The Wallonian Vulnerable Zones were designated according to the results of the “Nitrates Survey” (NS). The Nitrates Survey is a water monitoring network implemented by the Wallonian Ministry for the Environment. For groundwaters, the NS monitors 1 sample per 20 km<sup>2</sup> (3 analysis/year), and for surface waters: 1 sample per 100 km<sup>2</sup> (1 analysis/month).

#### Manure Storage

The main rules for manure storage laid down under the PSNM are:

- In-farm storage:

Figure 2 – The Wallonian Vulnerable Zones  
Figura 2 – Le zone vulnerabili della Vallonia



→ Concrete flagstone for solid manure, watertight, with sufficient surface and tank for liquid run-off.

→ Poultry manure: Concrete watertight flagstone with sufficient surface and tank for liquid run-off.

→ Liquid and pasty manure: watertight tank with not less than 6 months capacity.

- Rules for field storage of solid manure and poultry manure.
- Rules for fodder storage.

There is a phasing for achieving such building works and for the farmers to meet their obligations: from 2004 to 2007, depending on the farm’s size and location. There are also exceptions, e.g. for old farmers or very small farms. Public subsidies are available for the achievement of building works of the storage structures.

#### Nitrogen Management

Under the PSNM, rules for nitrogen management are compulsory throughout the Wallonian territory, not only in Vulnerable Zones. Therefore, one can speak about a compulsory Code of Good Agricultural Practices.

Among these nitrogen management rules, the main relevant are:

- No land-spreading on legume crops.
- Land-spreading rules on land out of crop.
- Land-spreading rules on flooded, snow-covered and frozen land.
- Land-spreading rules close to waterways.

Table 3 – The main land-spreading limits in Wallonia (arableland / grassland)  
 Tabella 3 – I limiti principali di diffusione sul terreno in Vallonia

	Vulnerable Zones (Vzs)	Pays de Herve	Elsewhere in the Walloon Region (WR)
<b>Land-spreading limit (kg N<sub>org</sub> / ha · year)</b>	80/210	80/210	120/210
<b>Derogation if “Quality Process” (kg N<sub>org</sub> / ha · year)</b>	130/210 and farm average <= 210	N tot. Ceilings depending on crops	130/250

- Forbidden land-spreading periods (phasing in with storage structures construction).

### Land-Spreading Limits

Throughout the Walloon territory (not only in Vulnerable Zones), land-spreading limits for organic nitrogen (e.g. manure, composts, sewage sludge) are established per year and per hectare, depending on the location of the parcel. The main land-spreading limits are presented in the table 1.

In the squares of this table, the first figure is the land-spreading limit on arable land and the second one, the land-spreading limit on grassland. For example, in Vulnerable Zones, a farmer, not committed to the Quality Process, may land-spread, in average per year and per hectare, 80 kilos of organic nitrogen on his arable land parcels and 210 kilos on his grasslands (including direct defecation of grazing cattle).

Such land-spreading limits are compulsory even out of the Vulnerable Zones. This means that the only difference between farmers in and out of Vulnerable Zones, is the land-spreading limit on arable land (80 vs. 120 kg N<sub>org</sub> /ha · year).

The spatial view of these land-spreading limits is presented in the figure 3.

One can consider such land-spreading limits quite surprising and distant from the rules of the “nitrate” Directive (in particular the “170” limit). But nevertheless, such rules are, according to the Walloon expertise, the best transcription of the “170” limit in the case of Wallonia. The main reasons for having made this choice are presented below:

- There are land-spreading limits for manure and organic nitrogen in order to respond to the “170” limit of the “nitrate” Directive.
- There are land-spreading limits not only in, but also out of Vulnerable Zones in order to avoid, in the long term, problems of pollution territorial shifts.
- On arable land, the “80” limit represents a supply of 50 tons of manure (5 kg N/t) every three years. Such supplies correspond to the usual agricultural practice in conventional triennial crop rotations in Wallonia. According to the most recent technical and scientific knowledge, such supplies do not threaten the environment if general nitrogen management rules are respected.
- On arable land, the “120” limit represents a supply of 50 tons of manure (5 kg N/t) every two years. Such supplies correspond to the usual agricultural practice in more recent biennial crop rotations that are developing in Wallonia. According to the most recent technical and scientific knowledge, such supplies do not threaten the environment if general nitrogen management rules are respected.
- On arable land, the “130” limit corresponds to the “120” limit plus an overload, acceptable in the case of the Quality Process.
- On grassland, the “210” limit represents an average of 2 to 2.5 grazing cows per hectare. Such grazing loads correspond to the usual agricultural practice in grazing cattle Walloon farms. According to the most recent technical and scientific knowledge, such loads do not threaten the environment if general nitrogen management rules are

Figure 3 – Spatial view of the land-spreading limits for organic nitrogen in Wallonia  
 Figura 3– Rappresentazione spaziale dei limiti di diffusione sul terreno per l'azoto organico in Vallonia



respected. In pursuance of article 9 of the “nitrate” Directive, a derogation procedure is currently in progress with the European Commission in order to recognise the “210” limit.

- On grassland, the “250” limit corresponds to the “210” limit plus an overload, acceptable in the case of the Quality Process. In pursuance of article 9 of the “nitrate” Directive, a derogation procedure is currently in progress with the European Commission in order to recognise the “250” limit.

- Even with the arguments above, one can consider the land-spreading limits on arable land needlessly low and the land-spreading limits on grassland needlessly high. However, as it is recalled above, the Walloon agricultural surface is equally divided between grassland and arable land. So, in average, the regional land-spreading limit keeps below  $170 \text{ kg N}_{\text{org}}/\text{ha} \cdot \text{year}$  ( $120 + 210 / 2 = 165 \text{ N}_{\text{org}}/\text{ha} \cdot \text{year}$ ). In this regard, it is important to remind that more than 90 % of the Walloon territory is enclosed inside the Meuse and the Escaut basins, both of them leading to the North Sea.

#### Linkage to the soil

The principle of “linkage to the soil” is an application of the land-spreading limits at the

farm level and the main tool for legal and administrative enforcement of the farmer’s obligations in this regard.

The “basic linkage to the soil” (Basic-LS) is the result of the following calculation at farm level:

$$\text{Basic-LS} = \frac{\text{Organic nitrogen produced by farm animals} + \text{Entering organic nitrogen}}{((\text{Farm grassland surface} \cdot 210) + (\text{Farm arable land surface} \cdot 80 \text{ or } 120))}$$

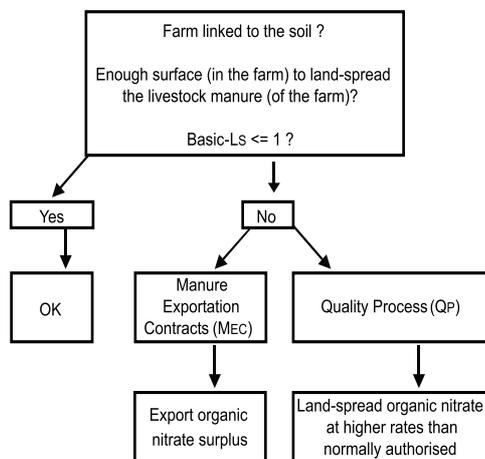
The Basic-LS is a picture of farm land availability, necessary to land-spread the organic nitrogen produced and entering in the farm.

Every year, the Walloon Ministry for the Environment calculates the Basic-LS for every Walloon farm and send the result to the farmer by letter. If the result of the calculation is  $\leq 1$ , then the farm has enough land-spreading surface available and is therefore “linked to the soil” and the farmer complies with this principle. If the result of the calculation is  $> 1$ , then the farm has not enough land-spreading

surface available (or too much organic nitrogen) and the farmer shall regularise his situation by means of two possible options: Manure Exportation Contracts or commitment to the Quality Process.

These rules of procedures are synthesised in the Figure 4.

Figure 4 – Rules of procedures for the implementation of the “linkage to the soil” principle in Wallonia  
 Figura 4 – Leggi per le procedure per l’implementazione del principio di “linkage con il suolo” in Vallonia



### Manure exportation contracts

When a farm Basic-LS is higher than 1, the farmer may decide to enter into contracts with third parties (generally other farmers), in order to export the manure surplus of the farm.

Each Manure Exportation Contract (MEC) establishes the amount of organic nitrogen (and the equivalent number of tons of manure) to be exported yearly from the farm towards the other contracting party.

In order to link his farm to the soil, a farmer may enter into various contracts, each with its own duration (at least one year), its own quantity of manure and its own contracting third party. But the farmer shall always ensure that the total amount of organic nitrogen exported yearly by contracts is sufficient to ensure the “linkage to the soil” of the farm.

To be acknowledged, a copy of each contract must be sent to the Ministry for the

Environment. With the data collected, the Ministry modifies the “linkage to the soil” value of each exporting and importing farm and send the result of the calculations to the involved farmers.

Under a Manure Exportation Contract, each manure transport must be covered by a “transfer form”. This “transfer form” gives information about the transfer (manure quantities, names of the two parties, date, etc.). It is signed by both the exporter and the importer and must be in possession of the carrier during the transport. All the “transfer forms” of a contract must be sent yearly to the Ministry.

### The Quality Process

The Quality Process is an individual contract established between the farmer and the Ministry for the Environment. This contract has a four years duration and is renewable. In return of a derogation to land-spread more organic nitrogen (manure) than normally authorised, the farmer commits himself to respect various obligations, to assess and improve his fertilising practices and to reach specific results in the field of nitrogen management. In order to facilitate this process, the farmer co-operates with a technical advisor, member of the specific advisory body created for this purpose: “Nitrawal”.

The principal rules of procedure of a Quality Process are:

1. Access to derogatory land-spreading norms.
2. Requirements to join.
3. Four years duration, renewable.
4. Last Campaign Report (CR) and Next Campaign Forecast Plan (NFP).
5. Five obligations to meet.

### Access to derogatory land-spreading norms

On the same pattern that the Basic-LS, a “Derogatory-LS” is calculated for the farmers committed to the Quality Process. In the general case, this derogation allows the farmer to land-spread up to 130 kg Norg./ha.year on arable

land (in place of 80 or 120) and up to 250 kg Norg./ha.year on grassland (in place of 210). The “derogatory linkage to the soil” (Derogatory-LS) is the result of the following calculation at farm level:

$$\text{Derogatory-LS} = (\text{Organic nitrogen (ON) produced by farm animals} + \text{Entering ON} - \text{Exported ON}) / ((\text{Farm grassland surface} \cdot 250) + (\text{Farm arable land surface} \cdot 130))$$

As for the Basic-LS, the Derogatory-LS of a farm committed to the Quality Process is calculated by the Ministry and sent to the farmer. The result shall always remain smaller or equal to 1. There are other specific rules and further derogatory norms to be respected under the Quality Process, but it is not possible to describe such specific matters in this paper.

#### *Requirements to join*

The main requirements for a farmer to join the Quality Process are:

- An organic nitrogen surplus is to be produced by the farm livestock (Internal-LS  $\geq 1$ ). So, notwithstanding possible derogations to this principle, the access to the Quality Process is limited to farms with a nitrogen surplus produced by its own livestock. This principle is aimed at avoiding allowing high land-spreading quantities to farms who are not in trouble because they are already linked to the soil.
- The farm shall be located into the Wallonia Region.
- A Commitment Notification (CN) shall be signed by the farmer, with the stamp of the advisory body (Nitrawal) and sent to the Ministry.
- The Ministry carries out the admissions of the Commitment Notifications (CN). When a CN is accepted by the Ministry, then the farmer is committed to the Quality Process.

#### *Four years duration, renewable*

- After 4 years, a Final Report (FR) is drawn

up by the farmer together with the advisory body (Nitrawal).

- The Final Report establishes the respect of obligations and the compliance with the farmer’s objectives concerning nitrogen management and the improvement of its impact on the environment.
- The Ministry for the Environment decides for the approval of the Final Report.
- If the Final Report is approved, the Quality Process can be renewed for four more years.

#### *Last Campaign Report (LCR) and Next Campaign Forecast Plan (NCF)*

Two important documents are established yearly together by Nitrawal and the farmer committed to the Quality Process. These two documents are: the “Last Campaign Report (LCR)” and the “Next Campaign Forecast Plan (NCF)”. Both documents are milestones in the Quality Process:

- Every year: LCR + NCF drawn up by the farmer and the advisory body.
- LCR establishes, for the last campaign, the respect of obligations and the compliance with objectives (PLN + N Balance + Nitrogen Management Practices).
- NCF establishes the objectives to reach for the next campaign (PLN + N Balance + Nitrogen Management Practices).

#### *Five obligations to meet*

A farmer committed to the Quality Process has five basic obligations to meet:

- Co-operation with Nitrawal (the advisory body).
- Satisfactory and sustainable Potentially Leachable Nitrate (PLN) values.
- Satisfactory and sustainable Nitrogen Balance (NB).
- Nitrogen Management farm Practices (NMP).
- Fulfil the other basic rules of the Programme for Sustainable Nitrogen Management in Agriculture (PSNM).

The fifth obligation is obvious and do not need

more explanation. The four other obligations are described below.

#### CO-OPERATION WITH NITRAWAL

It is necessary that the farmer committed to the Quality Process co-operate closely with Nitrawal, because the quality of the process will depend on the quality of this co-operation. The main terms of this co-operation are:

- Closely co-operate with the advisor.
- Keep the “parcel report sheets” up to date.
- Transparency of the farm nitrogen flows.
- Make documents available to Nitrawal.

Nitrawal is a non-profit organisation fully financed by public funds whose main task is to assist the Government in implementing the PSNM on the field. Other peripheral bodies such as universities, farmer representatives and drinking water representatives are also involved in this process. Nitrawal counts 10 engineers and 12 technicians. The main tasks for Nitrawal are:

- Manage the farmers (Quality Process, Nitrogen Balances, ...).
- Communication and advise.
- Manage the Manure Exportation Contracts (MEC).

#### POTENTIALLY LEACHABLE NITRATE (PLN)

Potentially Leachable Nitrate (PLN) values are the results (in N-NO<sub>3</sub> kilos per hectare) of nitrate profiles (soil analysis) on a sample of the farm parcels. There are specific rules for sampling and soil analysis that are not described in this paper. The analysis costs are covered by the farmers (most often 5 analysis per farm and per year). The main basic rules for PLN issues are:

- Every autumn: nitrate profiles (soil analysis) on a sample of the farm parcels.
- Every year: the farm PLNs are compared to the reference PLNs.
- The reference PLNs are fixed yearly by Nitrawal by means of a 25 pilot-farms network.
- Depending on the farm PLNs results, Nitrogen Management Practices (NMP) aimed at improving the situation are decided

together by the farmer and Nitrawal for the next campaign.

- After 4 years: the farm shall obtain satisfactory and sustainable PLNs. Specific rules apply to define what are “satisfactory and sustainable” PLNs.

#### NITROGEN BALANCE (NB)

A farm Nitrogen Balance (NB) is the difference (in N kilos per year or in N kilos per hectare and per year) between yearly nitrogen incomes (fertilisers, imported manure, ...) and outcomes (sold crops or animals, ...) in the farm. A positive value indicates that there are most probably nitrogen losses in the farm and therefore, that means to reduce such losses can be looked for.

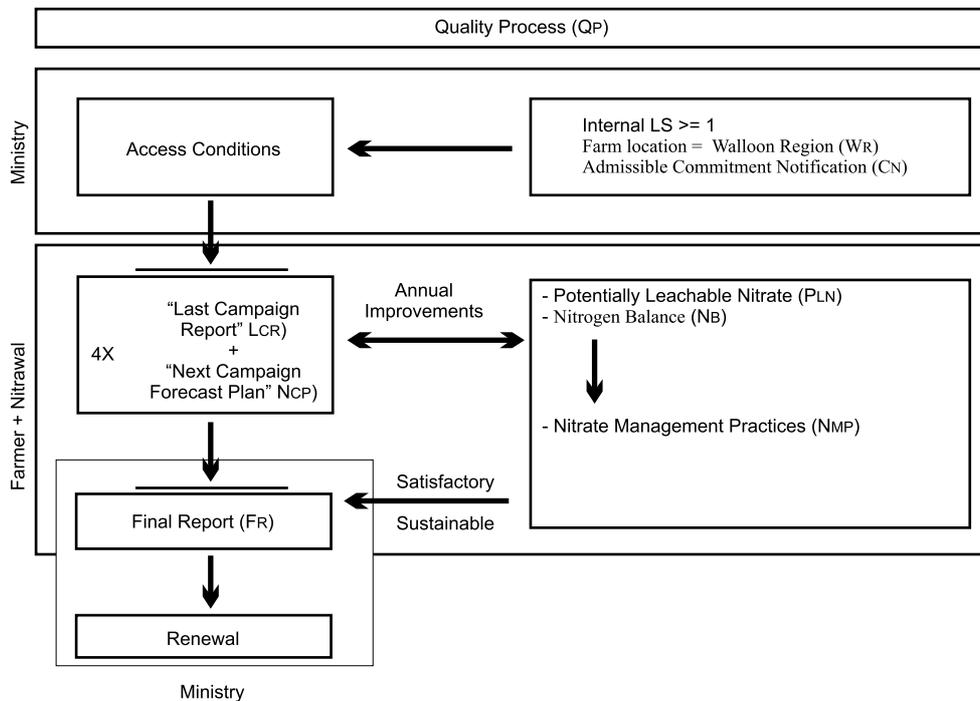
The main basic rules for NB issues are:

- Every year: 1 Farm-surface Nitrogen Balance (SNB) and 1 Farm-gate Nitrogen Balance (FNB)
- The SNB is compared to the Environmentally Acceptable Balance (EAB). The EAB gives a picture of the “optimal” value of the SNB for the farm. There are specific rules to calculate the value of the EAB for the farm.
- The FNB is compared to the Agronomical Potential Balance (APB). The APB gives a picture of the “optimal” value of the FNB for the farm. There are specific rules to calculate the value of the APB for the farm.
- Depending on the farm SNB and FNB results, Nitrogen Management Practices (NMP) aimed at improving the situation are decided together by the farmer and Nitrawal for the next campaign.
- After 4 years: the farm shall obtain satisfactory and sustainable NBs. Specific rules apply to define what are “satisfactory and sustainable” SNBs and FNBs.

#### NITROGEN MANAGEMENT FARM PRACTICES (NMP)

Nitrogen Management farm Practices (NMP) are first of all aimed at improving, year by year, the PLNs and the Nitrogen Balance results of the farm.

Figure 5 – Planning for an individual Quality Process  
 Figura 5 – Pianificazione per un Processo di Qualità individuale



Because of their well known positive effects on the environment, some NMP are applicable in all cases, whatever the farm and its performances.

Other NMP are decided by the farmer together with Nitrawal and implemented case by case, depending on the farm specificities and its performances. The main basic rules for NMP issues are:

- Practices applicable in all cases (catch crops, grazing management rules and rational fertilising rules).
- Case by case practices (animal feeding methods, special fertilising practices, ...).
- Case by case practices depend on the PLNs and the Nitrogen Balances results of the farm.
- The description and the assessment of such practices, as well as the PLNs results and the Nitrogen Balance results, are formalised into the Last Campaign Report (LCR) and the Next Campaign Forecast Plan (NCFP).

The figure 5 shows in general terms how is planned an individual Quality Process:

### Bibliography

- Collectif (1998) *Comité Nitrates: Code de bonnes pratiques agricoles (Propositions de révision)*. Comité Nitrates, Mars, 50 p.
- European Commission (2000). «Nitrates» Directives (91/676/EEC): *Status and trends of aquatic environment and agricultural practice - Development guide for Member States' reports*. European Commission, Luxembourg, April, 42p.
- European Commission (2002). *Mise en oeuvre de la directive 91/676/CEE du Conseil concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles*. European Commission, Luxembourg, 44p.
- Guillaume P., Lambert R., Mohimont A.-C. et

- al. (2003). *Eau - Nitrate: informations et conseils techniques pour la gestion durable de l'azote*. Nitrawal, Région wallonne, 56p.
- Lambert R., Bontemps P.-Y., Maljean J.-F., Zintzen V., Peeters A. (2003). *Convention-cadre relative au programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne - Rapport 2002*. UC L Laboratoire d'Ecologie des Prairies, Janvier, 71p. (+ annexes 162 p.).
- Lambert R., Maljean J.-F., Peeters A. et al. (2001). *Justification pour la fixation de quantité d'effluents d'élevage épandables annuellement différentes de celles mentionnées à l'annexe III 2. de la Directive du Conseil des Communautés Européennes du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles (Justification de la Région Wallonne introduite en vertu de l'annexe III 2.b)*. Région Wallonne, décembre, 31p.
- Lambert R., Maljean J.-F., Peeters A. (2001). *Convention-cadre relative au programme de gestion durable de l'azote en agriculture wallonne*. Rapport annuel intermédiaire 2001 destiné au Comité de projet. UC L Laboratoire d'Ecologie des Prairies, Octobre, 63p.
- Lambert R., Van Bol V., Maljean J.-F., Peeters A. (2002). *Prop'eau-sable (Recherche-action en vue de la préparation et la mise en oeuvre du programme d'action de la zone des Sables bruxelliens en application de la directive européenne CEE/91-676 - nitrates)*. Rapport final d'activités mars 1997 - mars 2001. UC L Laboratoire d'Ecologie des Prairies, Février, 107p.
- Maljean J.-F., Peeters A. et al. (2002). *Arrêté du Gouvernement wallon du 10 octobre 2002 relatif à la gestion durable de l'azote en agriculture*. Moniteur belge, 29 novembre, c-2002/28133, 54075-54093.
- Peeters A., Lambert R., Maljean J.-F., Bontemps P.-Y. et al. (2002). *Mise en place d'un Survey surfaces agricoles et de la procédure de mesure de reliquat azoté dans les exploitations en Démarche Qualité (Synthèse des réflexions)*. Grenera, 03/04/02, 14p.
- Romedenne B., Frankinet M., Destain J.-P. (2002). *Convention relative à une mission d'étude sur l'adaptation du secteur agricole cominois aux exigences de la directive nitrates - Volet gestion de la fertilisation*. Centre de Recherches Agronomiques de Gembloux, Janvier, 56p + annexes.
- Van Bol V., Maljean J.-F., Imbrecht O., Becker D., Decamp C., Peeters A. (2000). *Prop'eau-sable (Recherche-action en vue de la préparation et la mise en oeuvre du programme d'action de la zone des Sables bruxelliens en application de la directive européenne CEE/91-676 - nitrates) - Deuxième partie (1999-2000)*. Rapport d'activités 1er avril 1999 - 30 mars 2000. UC L Laboratoire d'Ecologie des Prairies, Avril, 147p.

## Implementing the Nitrates Directive in Poland: perceptions and practice

### *Implementazione della direttiva nitrati in Polonia: percezioni e pratica*

Alina Rynkiewicz<sup>1</sup>, Justine Chmielewska<sup>1</sup>, Ian Davey<sup>2</sup>

#### Introduction

There are nearly 2 million farms in Poland and a very large proportion of the population is directly reliant on the production and income derived from a farm. Agricultural land covers about 60% of the country (Foundation for the Development of Polish Agriculture, 2002), with much of this in areas improved by installation of land drainage systems, which lead surface run-off to the many streams, rivers and lakes, and ultimately to the Baltic Sea. Groundwater is present below nearly 80% of the country (Chief Inspectorate of Environmental Protection, 2003), often at shallow depth and frequently susceptible to pollution.

Given these facts, it can be seen that agriculture might represent a considerable threat of pollution to water, and Poland initially requested an 8-year transition period for implementing the Nitrates Directive. However, detailed studies indicated that the challenges presented by the Directive were not likely to be so great as first imagined and this request was withdrawn (Ministry of Environment<sup>1</sup>, 2001).

Further studies have been undertaken by the Polish Administration in preparation for implementing the Directive, including, jointly with the UK, a Phare project funded by the European Commission. This paper discusses

aspects of the Phare project and summarises some of the issues that Poland has had to consider in developing its approach for implementing the Nitrates Directive.

#### Phare twinning project

The Phare programme is an initiative funded by the European Commission which provides support to Central and Eastern European countries, as they prepare to join the European Union, for complying with community legislation (European Commission).

The overall aim of the project is to strengthen conditions for effective introduction of the Nitrates Directive'. Important tasks include:

- Preparation of recommendations for:
  - Enhancing water quality monitoring in areas vulnerable to pollution from agriculture;
  - Harmonising actions in regard to water protection;
  - Guidance for monitoring and controlling agricultural sources of pollution of water.
- Training for administrative and technical staff.
- Pilot scale implementation of recommendations.

Several parties are involved in the project. The Ministry of Environment has the lead role in

---

<sup>1</sup> Ministry of Environment  
Department of Water Management, Ministry of Environment  
Ulica Wawelska 52/54  
00-922 Warszawa (Poland)  
tel. +48 22-57.92.609      anna.bukalo@mos.gov.pl

<sup>2</sup> Environment Agency of England and Wales, Rivers House,  
Waterside Drive, Aztec West, Almondsbury, Bristol. BS12 4UD  
(UK).

## Sommario

La Polonia aveva inizialmente chiesto un periodo di transizione di 8 anni per implementare la direttiva nitrati. Tuttavia, gli studi indicavano che le sfide presentate dalla Direttiva non erano così grandi e quindi questa richiesta fu ritirata. Questo articolo discute del lavoro eseguito dagli esperti polacchi, inglesi e francesi in un Progetto Pilota della Commissione Europea e riassume i punti di cui la Polonia ha tenuto conto per implementare la direttiva.

L'agricoltura non è mai stata completamente collettivizzata in Polonia e molte aziende agricole sono rimaste in mani private durante il periodo del dopoguerra. Vi sono circa 2 milioni di aziende agricole che coprono quasi il 60% del paese, ma si tratta per la maggioranza di piccole realtà, la cui dimensione media si aggira intorno ai 7 ettari. Molti hanno solo poco bestiame, maiali o polli, usano quantità minime di fertilizzante e si potrebbe considerare che, se prese singolarmente, esse rappresentano solo una minaccia limitata di inquinamento.

Tuttavia, le aziende agricole di stato coprivano grandi porzioni di alcune regioni ed operavano intensamente con una disponibilità immediata di fertilizzanti inorganici. Gli impianti di stoccaggio letame e liquami non erano sempre sufficienti e molti necessitano attualmente di riparazione, sostituzione o estensione. Tutte le aziende di allevamento ora richiedono una capacità di stoccaggio di 4 mesi e quelle situate in zone vulnerabili ai nitrati, una capacità di almeno 6 mesi. Più dell'80% delle aziende agricole hanno una capacità insufficiente e il costo per correggere questa situazione è stimato in 3 miliardi di euro.

Le concentrazioni di nitrati nei corsi d'acqua sono generalmente basse. Tuttavia, vi è una diffusa eutrofizzazione dei laghi e del mar Baltico, sebbene molti scienziati polacchi considerano che l'eutrofizzazione nelle acque dolci non è principalmente correlata ai nitrati usati in agricoltura bensì ai fosfati, spesso provenienti da fonti non agricole. Questo potrebbe essere in disaccordo con l'opinione della Commissione Europea.

Le concentrazioni di nitrati sono spesso elevate nelle acque sotterranee poco profonde, che sono vulnerabili agli impatti di fonti di inquinamento come stoccaggi di reflui difettosi e fosse setti-

## Summary

Poland initially requested an 8-year transition period for implementing the Nitrates Directive. However, studies indicated that the challenges presented by the Directive were not so great and this request was withdrawn. This paper discusses work carried out by Polish, UK and French experts under a European Commission Phare project and summarises issues that Poland has considered for implementing the Directive.

Farming was never fully collectivised in Poland and most farms remained in private hands during the post-war period. There are nearly 2 million farms covering almost 60% of the country, but most are small, the average size being about 7 hectares. Many have just a few cattle, pigs or chickens, use minimal amounts of fertiliser and might be considered, individually, to present only a limited pollution threat.

Despite this, state farms covered large parts of some regions and farmed intensively with ready availability of inorganic fertilisers. Manure and slurry storage facilities were not always sufficient and many are now in need of repair, replacement or extension. All livestock farms now require 4 months' storage capacity and those within nitrate vulnerable zones, at least 6 months' capacity. More than 80% of farms have insufficient capacity and the cost to rectify this is estimated as 3 billion Euros.

Concentrations of nitrate in rivers is generally low. However, there is widespread eutrophication of lakes and the Baltic Sea, though many Polish scientists consider that eutrophication in freshwaters is mostly not related to nitrates used in agriculture but more to phosphates, often from non-agricultural sources. This may well be at odds with the view of the European Commission.

Nitrate concentrations are often high in shallow groundwater, which is vulnerable to impacts from point sources such as defective manure stores and septic tanks, and which many believe to be the main cause of pollution, as well as diffuse sources. Maintaining good groundwater quality is critical in Poland, since this is the only source of drinking water in many areas. Monitoring programmes are being revised to assess better the impact of agricultural nitrate on all waters.

che, e che molti ritengono essere la causa principale dell'inquinamento, così come dalle fonti diffuse. Mantenere una buona qualità delle acque sotterranee è determinante in Polonia, poiché questa è l'unica fonte di acqua potabile in molte aree. Si stanno revisionando i programmi di monitoraggio per valutare meglio l'impatto dei nitrati da agricoltura su tutte le acque.

I livelli attuali di inquinamento da nitrati e la vulnerabilità ai rischi potenziali sono stati tenuti in conto nella definizione delle zone vulnerabili. L'opinione attuale è che i rischi dell'inquinamento da nitrati dall'agricoltura sono bassi e sono proposte zone vulnerabili ai nitrati di area limitata, totalizzando il 2,6% del territorio. La Polonia ha tuttavia deciso di applicare all'intero territorio alcuni requisiti della direttiva per le zone vulnerabili, allo scopo di fornire un livello generale di protezione ambientale nel paese.

L'uso di fertilizzanti azotati era relativamente elevato fino all'inizio degli anni '90, ma la produzione agricola e l'uso di fertilizzanti si è notevolmente ridotto da allora. I rischi di inquinamento diffuso dall'uso agricolo dei nitrati sembrerebbero attualmente limitati. Tuttavia è probabile che aumentino le pressioni per intensificare la pratica agricola ed aumentare l'uso dei fertilizzanti, con il conseguente aumento dei rischi di inquinamento per l'acqua. Occorrerà conformarsi rigidamente ai controlli dell'inquinamento per contrastare questa eventualità.

Existing nitrate pollution levels and vulnerability to potential risks have been taken into account in designating vulnerable zones.

The current view is that risks of nitrate pollution from agriculture are low and nitrate vulnerable zones of limited area, totalling 2.6% of the territory, are proposed. Poland has, however, decided to apply some Directive requirements for vulnerable zones to the whole territory, in order to provide a general level of environmental protection across the country.

The use of nitrogen fertilisers was relatively high until the beginning of the 1990s, but agricultural production and fertiliser use has fallen considerably since then. The risks of diffuse pollution from agricultural use of nitrates would appear to be limited at present. However, there are likely to be growing pressures to intensify farming practice and increase fertiliser use, with the consequent increased risks of pollution to water. There will need to be proper adherence to pollution controls to counteract this.

Poland and is supported by several branches of the Polish environmental, agricultural and health administration (see 'Administrative infrastructure' below). The member state twinning partner is the Department of Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) in the UK, represented by NIC (Northern Ireland Public Sector Enterprises Ltd, supported by the Department of Agriculture in Northern Ireland) and the Environment Agency of England and Wales. The French geological survey, BRGH, also plays a key role.

Further information on the project can be found on the website: [www.azotany.pl](http://www.azotany.pl)

#### **Administrative infrastructure**

The Ministry of Environment, with the

support of the Ministry of Agriculture and Rural Development, has the overall responsibility for seeing that the Nitrates Directive is implemented (Ministry of Environment<sup>2</sup>, 2001). Implementation will be managed within river basins, as defined for the Water Framework Directive. The main river basins are the Odra and the Wisla, which are divided into smaller catchments and managed by Regional Water Management Boards (figure 1).

Regions centred on Wrocław, Poznań and Szczecin fall in the Odra river basin. Those managed from Kraków, Warszawa, and Gdansk fall in the Wisla river basin. The Board at Gliwice, near Katowice covers the headwaters of the Odra and Wisla river basins.

Figure 1 – Regional Water Management Board catchments  
 Figura 1 – Bacini dell’Autorità per la Gestione Regionale delle Acque



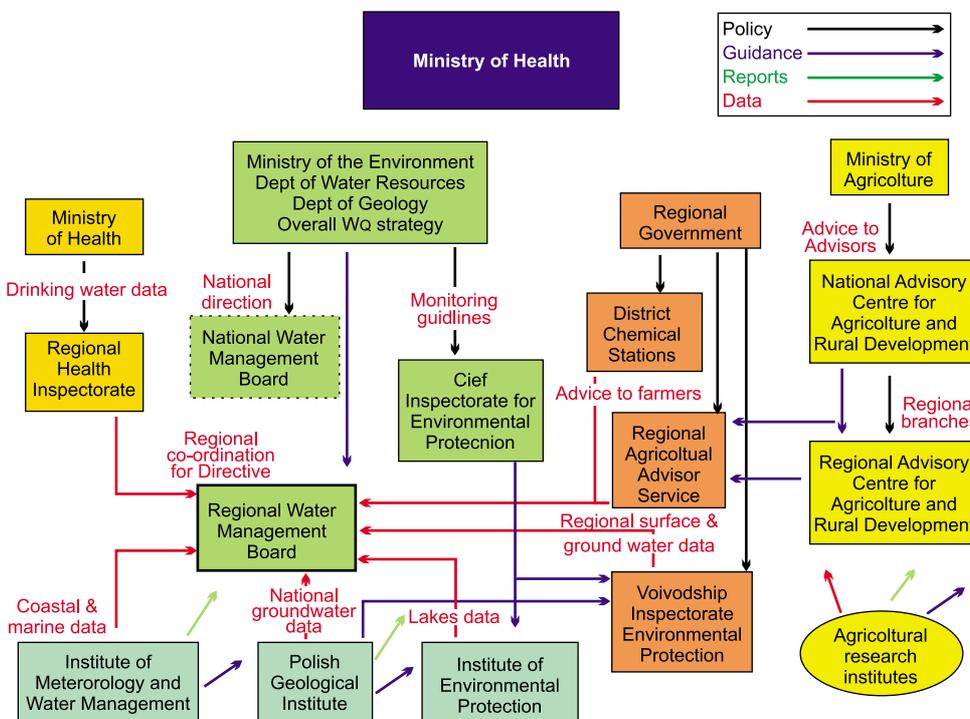
Regional Water Management Boards have the responsibility within their own river catchment for co-ordinating implementation of the Directive. They rely on many other organisations, which are subsidiary to the Ministries of Environment, Agriculture and Health, to provide data and other support in carrying out this role. Organisations which are part of the Regional Government also play critical roles. The relationships between these organisations and their lines of reporting and communication can be seen to be quite complex (figure 2). The roles of organisations in regard to the Nitrates Directive are specified in legislation and largely follow the existing pattern of responsibilities (Ministry of Environment<sup>1,2</sup>

2001, 2002; Ministry of Agriculture, 2001). However, organisations are concerned that certain implications of these responsibilities have still to be clarified. In particular, they have concerns over what will be the extent of funding to support what they perceive to be additional work.

**Risks from agriculture**

Farming does not represent a large share of gross domestic product (GDP), at 4%, but it is very important within Poland. About 25% of the workforce is involved in farming and hence a large proportion of the population is reliant on this sector (Foundation for the Development of Polish Agriculture, 2002). Most farms are small, with holdings of more

Figure 2 – Organisational responsibilities for implementing the Nitrates Directive  
 Figura 2 – Responsabilità organizzative per l'implementazione della direttiva nitrati



than 1 hectare being defined as farms, and do not practice intensive agriculture. Many have just a few cattle, pigs or chickens, use minimal amounts of fertiliser and might be considered, at least individually, to present a very limited pollution threat. Key facts and figures are summarised in table 1.

Farming was never fully collectivised in Poland and most farms remained in private hands during the post-war period. Despite this, state collective farms covered about 75% of the agricultural land in northern and western regions, where the process of collectivisation was most advanced (Foundation of the Development of Polish Agriculture, 2002). These were large concerns which farmed intensively with the benefit of ready availability of inorganic fertilisers. This is likely to have presented a significant risk of diffuse pollution to waters and the legacy of this may persist.

Table 1 – Polish agriculture (key facts and figures)  
 Tabella 1 – Agricoltura polacca (fattori e figure chiave)

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agriculture represents 4% of gross domestic product (GDP)<sup>1</sup></li> <li>- 59% of the Polish territory is farmland<sup>1</sup></li> <li>- 25% of the workforce (4 million people) are involved in agriculture<sup>1</sup></li> <li>- There are about 1 850 000 farms in total<sup>1</sup></li> <li>- Average farm size is 7.7 hectares<sup>2</sup></li> <li>- 25% of farms are less than 2 hectares in size<sup>1</sup></li> <li>- 10% of farms are more than 15 hectares<sup>2</sup></li> </ul>
---

<sup>1</sup> Foundation of the Development of Polish Agriculture, 2002.  
<sup>2</sup> Karaczun, 2003.

State farms concerned with animal production were equipped with manure and slurry storage facilities, although this was not necessarily always sufficient. Many of these facilities are now in need of repair, replacement or extension.

Manure and slurry storage continues to be a major issue. At least 80% of livestock farms do not have sufficient storage capacity. Under Polish legislation all farms must have at least 4 months' storage capacity (Ministry of Agriculture, 2000) and farms within nitrate vulnerable zones must have at least 6 months' capacity (Ministry of Environment<sup>3</sup>, 2002) by 2008. Providing this capacity will be very costly. A number of projects, part-supported by international funds, have installed high quality steel reinforced concrete containment (Ministry of Environment<sup>1</sup>, 2001). The cost to provide these facilities to all the other farms has been estimated as 3 billion Euros (K araczun, 2003). Identification of suitable low-cost alternatives would help reduce the financial burden.

A comprehensive code of good agricultural practice has been prepared (Ministry of Environment<sup>4</sup>, 2002), but ensuring that all Polish farmers have access to a copy will take time. Proposals for action plans are based on the recommendations in the code, as required by regulations (Ministry of Environment<sup>5</sup>, 2002).

### Water quality

Most rivers have low concentrations of nitrates. However, there is widespread occurrence of eutrophication in lakes and in the Baltic Sea (Chief Inspectorate of Environmental Protection, 2003). Scientists in Poland contend, as do many scientists throughout Europe, that eutrophication in freshwater lakes is limited primarily by the availability of phosphorus and seldom to the availability of nitrogen. Many in Poland would also argue that discharges from municipal sewage works are often the cause, rather than pollution from agriculture.

The Ministry of Environment proposes to revise the current monitoring networks for groundwater and rivers, considering them to be not fully suited to the requirements of the Nitrates Directive, nor the Water Framework Directive. The networks were designed

originally for other purposes and the availability of further, more targeted data will be especially valuable for future review of nitrate vulnerable zones.

Data from 1991 to 2000 were used for initial consideration of nitrate vulnerable zones and are summarised in table 2 (Ministry of Environment<sup>1</sup>, 2001). There are few high concentrations in rivers, and those that are high can be attributed to discharges from sewage works.

High concentrations of nitrate occur more frequently in groundwater than in surface water, and this can be seen primarily at monitoring points for shallow groundwater across Poland. Maintaining good groundwater quality is critical in Poland, since this is the

Table 2 – Summary of water quality data used for identification of nitrate vulnerable zones

Tabella 2 – Riassunto dei dati sulla qualità dell'acqua usati per l'identificazione delle zone vulnerabili ai nitrati

1991-2000	Surface water results	Groundwater results
< 25 mg/l	97.6%	75.8%
25-50 mg/l	2.0%	9.4%
> 50 mg/l	0.4%	14.8%

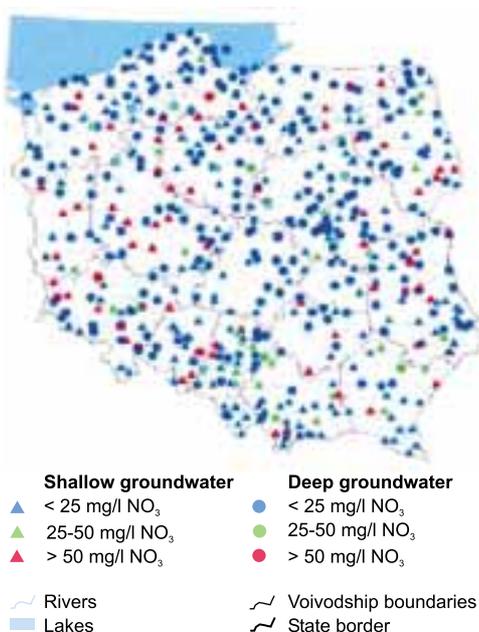
only source of drinking water in 60% of rural areas and is also important in many urban areas. Groundwater is frequently present in sandy aquifers, which are highly vulnerable to impacts from both point sources, such as defective manure stores and septic tanks, which many believe to be the main cause of pollution, and diffuse sources.

### Risk assessment

In an extensive study which investigated the impacts of nitrate fertiliser use on shallow groundwater, monitoring was carried out at 717 farms considered to be representative of agriculture activity across the country (in Jadczyzyn, 2003).

Water samples were taken in spring and autumn from field drains, drainage ditches, piezometers and wells. The results are summarised in table 3.

Figure 3 – Monitoring results for shallow groundwater (summary of 1991-2001 data)  
 Figura 3 – Risultati del monitoraggio per le acque poco profonde (riassunto dei dati 1991-2001)



The highest concentrations were recorded mainly in areas the west and centre of Poland, in the regions of Kujawsko-Pomorskie, Wielkopolskie, Śląskie, Świętokrzyskie and Mazowieckie. These are regions where many state farms existed and which have had relatively high usage of nitrogen fertilisers. From this study the authors have described a general relationship between use of nitrate fertilisers and the risks of pollution to groundwater in the autumn. The risk that

Table 3 – Nitrogen content in groundwaters (N- NO<sub>3</sub> mg/l)  
 Tabella 3 – Contenuto in azoto delle acque sotterranee (N- NO<sub>3</sub> mg/l)

	Spring	Autumn
<b>Drain-pipes + drainage ditches + piezometers + wells<sup>1</sup></b>		
No. samples	3,374.0	4,857.0
Average content	12.05	8.01
Median	7.00	2.07
% of samples above norm	28.01.00	19.03

<sup>1</sup> The authors of this paper have combined the data and averaged these for 2 datasets, one for wells and one for other monitoring points. The median is therefore an average for the 2 datasets.

nitrate in groundwater could breach the 50 mg/l level may occur where more than 120 kg N/ha is applied each year (figure 5). It is emphasised that, for a particular location, the actual concentration in groundwater will depend on the specific conditions.

Current nitrate application rates are mostly far below 120 kg N/ha (figure 6), so the risks to water may be perceived as low. However, the potential for future intensification in farming could bring use of nitrate up to risk levels. There is already anecdotal evidence to suggest that individual farms are using more than 120 kg N/ha.

GIS techniques have been used on a scoping basis to assess groundwater vulnerability and identify areas which might be at future risk of nitrates pollution from agriculture (figure 7; Brzozowski, 2003). Soils, land use and use of nitrates have been considered in these studies, but there has been no formal validation using actual water quality data. Nonetheless, there is a good correlation between the areas identified in this way and those areas which are now being considered as nitrate vulnerable zones, which have been identified primarily on water quality data.

#### Nitrate vulnerable zones

Regional Water Management Boards have proposed areas to be designated as nitrate vulnerable zones (figure 8), using guidance provided in regulations (Ministry of Environment<sup>4</sup>, 2002). The regulations require that areas with more than 50 mg/l of nitrate should be considered for designation, as should areas with concentrations between 40 and 50 mg/l where there is a rising trend.

Regional Boards also considered the potential for pollution from agricultural nitrate, through GIS mapping or other techniques to assess vulnerability. These included simple modelling approaches recommended in the regulations.

The total area proposed at present amounts to about 2.6% of the territory, so the

Figure 4 – Monitoring points for study of impact of agriculture on groundwater  
 Figura 4 – Punti di monitoraggio per lo studio dell’impatto dell’agricoltura sulle acque sotterranee



Figure 5 – Relationship between nitrate concentration in shallow groundwater in autumn and nitrogen application  
 Figura 5 – Relazione tra la concentrazione dei nitrati nelle acque sotterranee poco profonde in autunno e l’applicazione dell’azoto

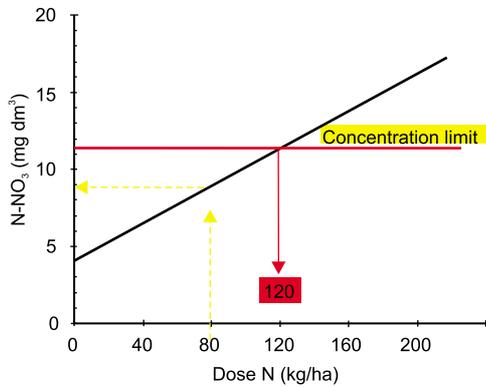


Figure 6 – Regional application rates for nitrogen (kg/ha)  
 Figura 6 – Tassi regionali di applicazione per l’azoto (kg/ha)

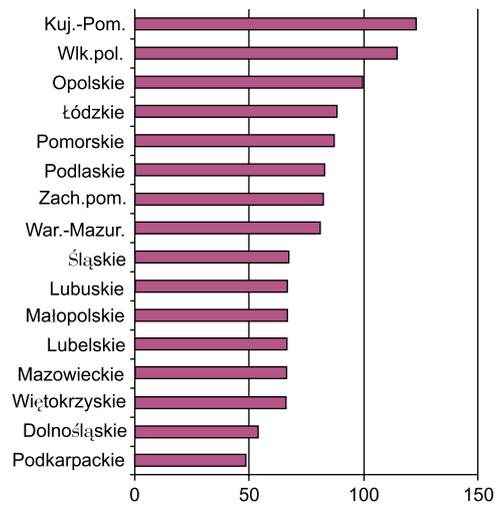
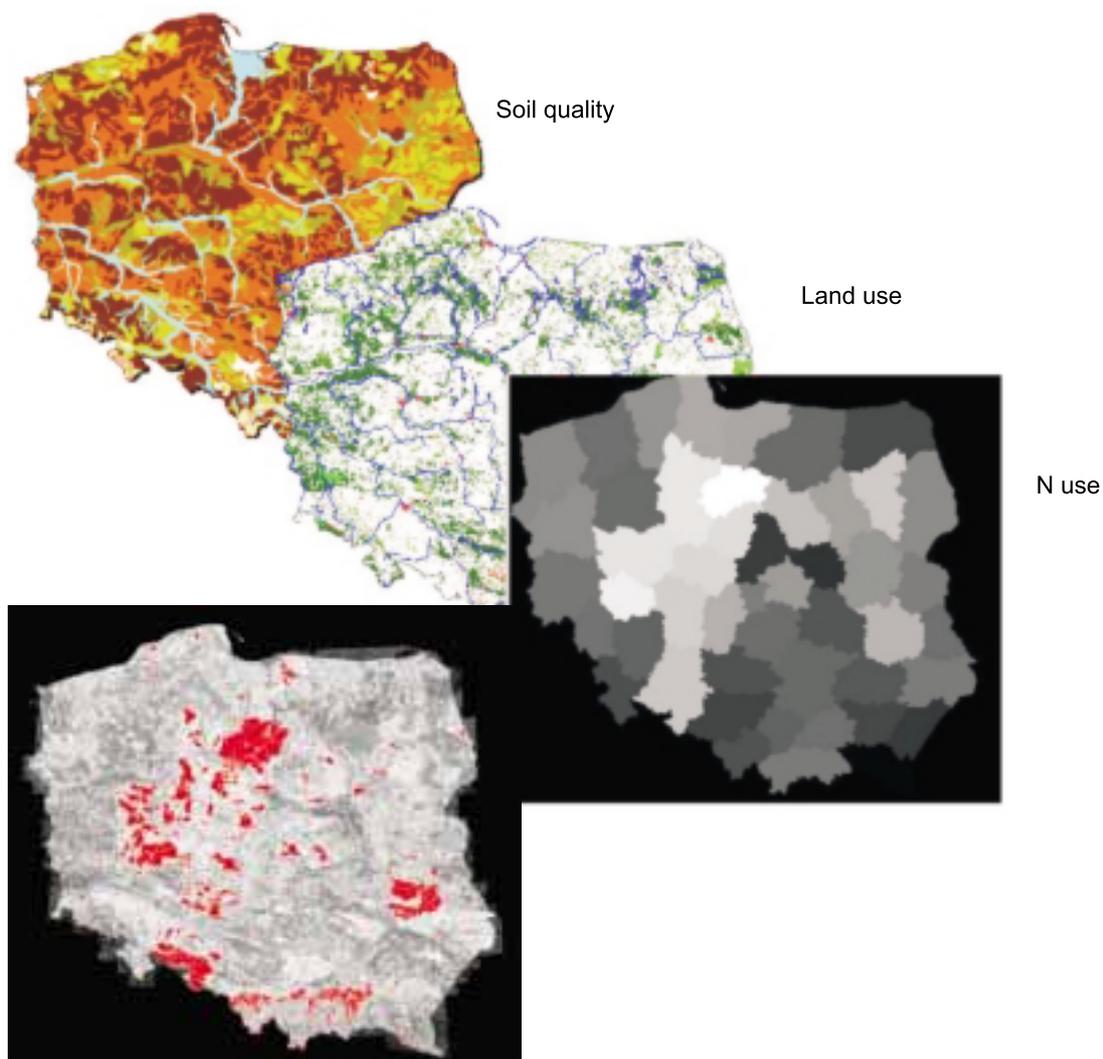


Figure 7 – Areas which may be vulnerable to nitrate pollution from agriculture  
*Figura 7 – Aree che potrebbero essere vulnerabili all'inquinamento da nitrati provenienti dall'agricoltura*

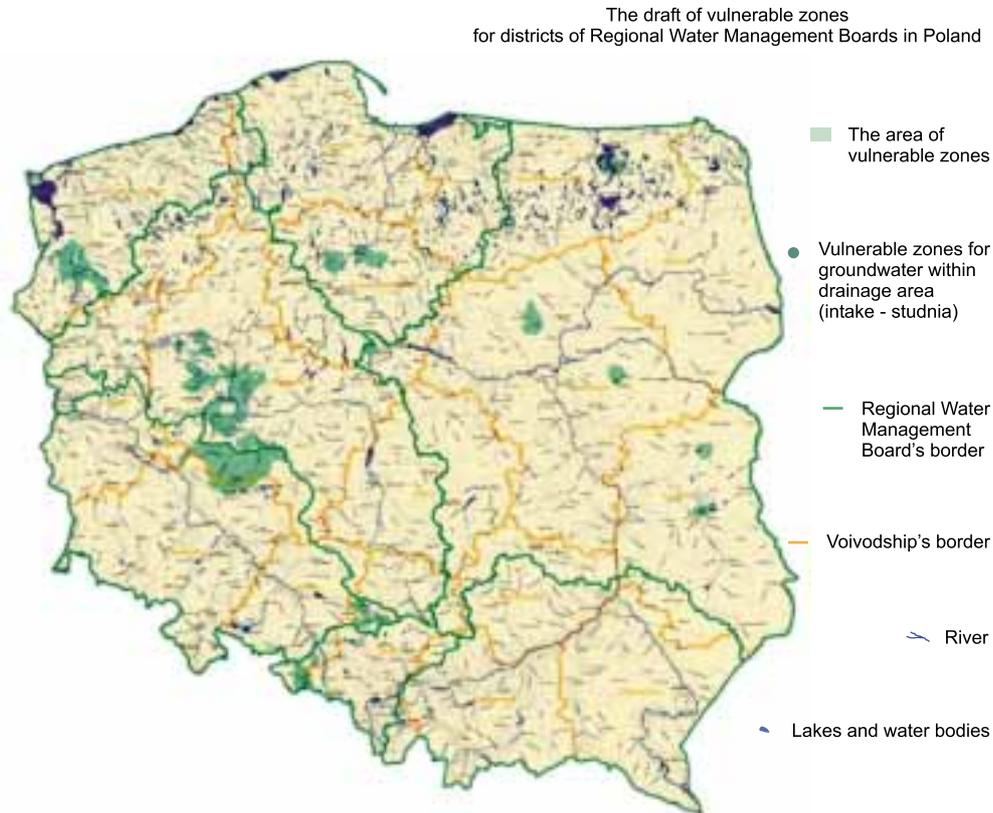


Directive's restrictions for agriculture would therefore need only to be applied to a limited number of farms. In practice Poland has decided to apply some requirements to the whole territory, such as the restriction on application of nitrogen from manure and slurry (Ministry of Agriculture and Rural Development, 2000), in order to provide a general level of environmental protection across the country.

### Conclusions

It can be seen that there are significant risks of pollution from point sources due to inadequate storage of manure and slurries on farms. Although the use of nitrogen fertilisers was relatively high until the beginning of the 1990s, this has declined considerably since then. The risks of ongoing diffuse pollution from agricultural use of nitrates would appear to be limited at present.

Figure 8 – Proposed nitrate vulnerable zones in Poland  
 Figura 8 – Zone vulnerabili ai nitrati proposte in Polonia



However, there are likely to be growing pressures to intensify farming practice and increase fertiliser use. This could increase the risks of future impacts on water and there will need to be proper adherence to pollution controls to counteract this.

There are generally low concentrations of nitrate in rivers and higher concentrations may not in any case be related to agriculture. However, high nitrate pollution in shallow groundwater and eutrophication, particularly in freshwaters, may require more detailed consideration to confirm the contribution of nitrates from agriculture.

High nitrate concentrations are widespread in shallow groundwater, but this is currently perceived to be related more to pollution from point sources. Many Polish scientists consider

that eutrophication in freshwaters is related more to phosphates and is mostly not related to nitrates used in agriculture. This view is may well be at odds with the view of the European Commission.

#### Acknowledgements

*The authors are grateful for the support of colleagues from the many organisations in Poland, United Kingdom and France which are participating in the project.*

#### References

Brzozowski J. (2003). *Water quality workshop*, Warsaw, 19 March. European

- Commission Phare project P2001/IB/EN01. Unpublished.
- Chief Inspectorate of Environmental Protection (2003). *The state of the environment in Poland, 1996-2001*: Report. Warsaw.
- European Commission, [europa.eu.int/comm/enlargement/financial\\_assistance.htm](http://europa.eu.int/comm/enlargement/financial_assistance.htm)
- Foundation for the Development of Polish Agriculture (2002). *Rural Poland: Rural Development Report*. Edited by Markiewicz M. (Editor). Warsaw.
- Jadczyński T. (2002). *Ecology and Ecotechnologies. Proceedings of the Review Conference on the scientific cooperation between Austria and Poland*. Edited by Herman M.A., Vienna, pp. 143-152.
- Karaczun Z.M., Lowe P., Zellei A. (2003) *The Challenge of the Nitrate Directive to Acceding Countries: A Comparative Analysis of Poland, Lithuania and Slovakia*. Institutional Change in Central and Eastern European Agriculture and Environment, Vol. 2. Humboldt University of Berlin/FAO. Rome, pp. 48.
- Ministry of Agriculture and Rural Development (2002). *Law of 26 July 2000 on fertilisers and fertilising*. Official Journal 00.89.991. Warsaw.
- Ministry of Environment<sup>1</sup> (2002). *Implementation plan related to Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources*. (Unpublished). Warsaw.
- Ministry of Environment<sup>2</sup> (2001). *Water Law Act*. Official Journal 01.115.1229. Warsaw.
- Ministry of Environment<sup>3</sup> (2002). *The regulation of the Minister of the Environment of December 23, 2002 laying down the criteria for the designation of waters vulnerable to pollution caused by nitrogen compounds from agricultural sources*. Official Journal 02.241.2093. Warsaw.
- Ministry of Environment<sup>4</sup> (2002). *Code of good agricultural practice*. Warsaw.
- Ministry of Environment<sup>5</sup> (2002). *The regulation of the minister of the environment of December 23, 2002 laying down the detailed requirements for action programmes designed to reduce the nitrogen runoff from agricultural sources*. Official Journal 03.4.44. Warsaw.

## La problematica dei nitrati e dei fitosanitari nel DLGS 152/99

### *Chemicals in agriculture, nitrates and pesticides, the Italian law 152/99*

Claudio Fabiani

#### **Quadro normativo**

Gli Stati membri dell'Unione Europea, dopo una lunga elaborazione, iniziata negli ultimi anni ottanta, hanno adottato la direttiva 2000/60/CE, nota come direttiva quadro per le Acque (*Water Framework Directive*), che definisce i principi generali e gli obiettivi per l'azione comunitaria in materia d'acque.

Con un processo parallelo, l'Italia si è dotata di uno strumento normativo, il DLGS 152/99, integrato e modificato con il DLGS 258/2000, che condivide in larga misura impostazioni ed obiettivi della direttiva quadro. Non è stato possibile integrare tutte le innovazioni previste dalla WFD nelle norme nazionali citate, per la natura della delega, a suo tempo, conferita al governo.

Le ragioni di fondo che hanno reso necessaria l'emanazione di una direttiva complessa e ambiziosa, che si pone obiettivi da conseguire in quindici anni, sono da ricercare nella sostanziale insoddisfazione per i risultati conseguiti in anni d'applicazione di direttive settoriali e specifiche, sulla qualità di alcune tipologie di acque, sugli scarichi, sul controllo degli impatti prodotti da alcune specifiche classi d'inquinanti, quali i nutrienti (inquinanti azotati e fosforici) e le sostanze pericolose, rappresentate da pesticidi, metalli pesanti, sostanze organoclorurate, ecc.

Le acque comunitarie, superficiali e sotterranee, subiscono pressioni sempre maggiori sia per effetto di captazioni e prelievi, eccessivi, sia per l'immissione crescente di sostanze inquinanti spesso persistenti e bioaccumulabili. Gli impatti conseguenti compromettono non solo la qualità delle acque disponibili per gli usi prioritari quali il consumo umano e le attività produttive ma anche lo stato e la biodiversità degli ecosistemi associati con i corpi idrici. Particolarmente preoccupante è il peggioramento dei corpi idrici sotterranei, che costituiscono una riserva strategica di risorse idriche e richiedono tempi anche molto lunghi per rinnovarsi e per evidenziare l'inversione degli impatti negativi.

L'integrazione delle direttive nitrati (direttiva 91/676/CEE) e acque reflue urbane (direttiva 91/271/CEE) nel DLGS 152/99, configura la norma come una sostanziale anticipazione della direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE. In entrambe le norme la tutela della risorsa si consegue coniugando la definizione di specifici obiettivi ambientali di qualità con il controllo delle pressioni inquinanti diffuse e puntuali (principio dell'approccio integrato). Nello specifico settore degli impatti di origine agricola, cioè del settore produttivo più idroesigente nel panorama nazionale, l'approccio integrato si traduce nell'identificazio-

<b>Sommario</b>	<b>Summary</b>
<p>L'integrazione delle direttive nitrati e acque reflue urbane nel DLGS 152/99, configura la norma come una sostanziale anticipazione della direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE. In entrambe le norme la tutela della risorsa si consegue coniugando la definizione di specifici obiettivi ambientali di qualità con il controllo delle pressioni inquinanti diffuse e puntuali (principio dell'approccio integrato). Nello specifico settore degli impatti di origine agricola, cioè del settore produttivo più idroesigente nel panorama nazionale, l'approccio integrato si traduce nell'identificazione di nitrati e di pesticidi, come sostanze inquinanti di interesse prioritario, e della caratterizzazione della vulnerabilità degli acquiferi a questo tipo di pressione, come strumento di tutela e prevenzione delle risorse strategiche.</p>	<p>The Italian decree 152/99 which includes the transposition into the national legislation of both the nitrate directive and the urban wastewater treatment directive, represents as a whole a reference act that anticipate the Water Framework Directive (WFD) enforcement. Both reference legal acts (the Italian decree and the WFD) aim to protect and restore water resources through a general implementation of the combined approach principle by defining environmental quality objectives and through the control of polluting emissions.</p> <p>In the specific economic sector represented by agriculture, one of the most water consuming human activity, the combined approach identifies nitrates and pesticides as priority classes of pollutants. Control of pressures and impacts due to the diffuse use of these chemicals must be planned according to the aquifer vulnerability to provide effective measures for protection and prevention of pollution of groundwater that represents a strategic water resources in Italy.</p>

ne di nitrati e di pesticidi, come sostanze inquinante di interesse prioritario, e della caratterizzazione della vulnerabilità degli acquiferi a questo tipo di pressione, come strumento di tutela e prevenzione delle risorse strategiche.

#### **La conoscenza dei fenomeni**

Il DLGS 152 fissa precisi obiettivi di qualità ambientale da conseguirsi per tutti i corpi idrici significativi, adottando, mediante il piano di tutela delle acque che è elemento integrativo del più generale piano di bacino, le misure necessarie a raggiungere o mantenuto uno stato ambientale sufficiente entro il 2008 e buono entro il 2016.

La qualità ambientale buona è intesa come uno stato qualitativo e quantitativo del corpo idrico

nella sua complessità, e quindi relativamente all'acqua, ai sedimenti e al biota, in cui gli elementi di qualità biologica, idromorfologica e chimica sia tale da mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici e la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Il decreto 152/99 prevede la classificazione dello stato di qualità ambientale attraverso un indice complesso che integra il livello di concentrazione dei macrodescrittori specifici degli impatti antropici (nutrienti, nitrati e fosfati, ossigeno, ecc), con lo stato biologico o trofico delle acque e con il livello di concentrazione dei microinquinanti (organoclorurati, biocidi, pesticidi, metalli pesanti)

Per i corpi idrici per i quali le acque sono de-

stinate ad usi specifici devono essere mantenute condizioni di qualità che consentano, senza danno all'uomo e agli organismi viventi, l'uso specifico (balneazione, consumo umano, acque idonee alla vita dei pesci e dei molluschi). Per questi corpi idrici sono mantenuti gli obiettivi di qualità previste dalle norme vigenti, che nel caso delle acque idonee alla vita dei pesci e dei molluschi sono abrogate al 2013.

Per conseguire questi obiettivi mediante i piani di tutela, è richiesta, a partire da una conoscenza completa e approfondita delle unità territoriali più significative, cioè *i bacini idrografici*, un'applicazione efficace dell'*approccio combinato*. Quest'approccio tende a coniugare standard di qualità ambientali tipici per le acque, i sedimenti e il biota con limiti alla pressioni puntuali e diffuse dovute all'immissione nell'ambiente degli inquinanti sintetici e naturali.

L'attenzione deve essere portata alla considerazione dell'ambiente in cui si esercitano le pressioni e gli impatti inquinanti, inteso nel suo complesso: territorio, risorse e usi antropici. Ne deriva la necessità di indicare criteri per la maggior tutela delle aree sensibili (allegato, DLGS 152/99) e, a protezione degli acquiferi, da cui si ricava il 70% circa dell'acqua destinata al consumo umano (Annuario dati ambientali, APAT, 20002 e 2003, delle zone vulnerabili a nitrati e a pesticidi.

Di conseguenza, in attuazione di quanto stabilito all'articolo 3 del decreto 152/66 sono stati emanati due DM, 18 settembre 2002, n.198 e 19 agosto 2003, n. 152, in cui sono stabilite le informazioni e i dati di base per la caratterizzazione dei bacini, il monitoraggio e la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici, e il controllo delle emissioni puntuali e diffuse. In definitiva si richiede la caratterizzazione dei bacini idrografici e l'analisi dell'impatto antropico.

#### **Le pressioni puntuali e diffuse**

Il sistema agricolo è uno dei settori produttivi più idroesigenti e con l'uso di nutrienti, fertilizzanti e prodotti fitosanitari determina un

impatto rilevante sul territorio e sulle risorse idriche. In particolare quest'impatto deriva dai nitrati e dai pesticidi.

L'ultima edizione del Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA 2001) presentata dal Ministero dell'Ambiente al Parlamento nel 2001 riferisce di un uso di più di 4,6 milioni di tonnellate di concimi contenenti N, P e K cui corrispondono circa 890.000 ton di azoto con un impiego medio intorno ai 53 kg di azoto per ettaro. La distribuzione geografica di tali apporti di nutrienti è molto diversificato (fig. 1) giungendo in certe province della valle padana a d apporti tali da generale un surplus (azoto non utilizzato e quindi dilavato) di più di 200 kg/ettaro.

A questi apporti si aggiungono quelli della zootecnia e degli insediamenti civili e industriali attraverso un persistente deficit di depurazione o un inadeguato funzionamento dei depuratori esistenti, settori in cui bisogna riconoscere i grandi investimenti realizzati. La RSA 20001 riporta che a fronte di un carico inquinante potenziale stimato in circa 111 milioni d'abitanti equivalenti ed una popolazione trattata di circa 70 milioni, il deficit depurativo risulta del 37% corrispondente a circa 40 milioni di abitanti equivalenti. La situazione è in via di miglioramento con la realizzazione d'importanti sistemi di depurazione nell'area milanese e fiorentina, che risultano essere zone sensibili.

Nell'ultima edizione dell'Annuario dei dati Ambientali APAT, 2002, l'indice conformità dei sistemi di fognatura per agglomerati superiori ai 15.000 abitanti equivalenti (730 agglomerati) evidenzia che 11 regioni su venti hanno un indice di conformità del 60%-80%, 3 regioni sono pienamente conformi e le restanti 6 sono conformi al 60%.

I dati complementari in termini di indice di conformità dei sistemi depurativi delle acque civili e miste (escludendo quindi la depurazione industriale) risulta che per sei regioni su venti si raggiunge una conformità del 50%-80% e solo cinque regioni raggiungono una piena conformità.

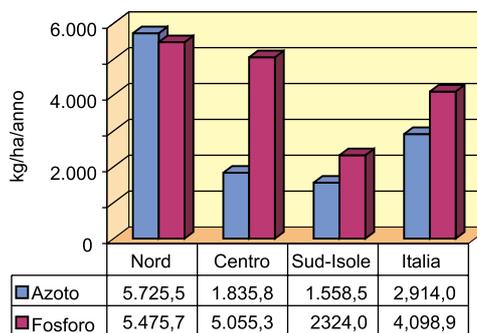
Figura 1 – Surplus di nitrati apportati al terreno  
 Figure 1 – Surplus of nitrates introduced to the ground



**Surplus N (kg/ha)**

3-13
13-23
23-36
36-49
49-62
62-89
89-128
128-207

**Surplus nutrienti per area**



Fonte: Ministero dell'Ambiente, *Relazione Stato dell'Ambiente 2001*.

I nitrati sono stati normati fin dal 1980 fissando i limiti classici dei 25 mg/l come valore guida e di 50 mg/l come concentrazione massima ammissibile nelle acque destinate al consumo umano.

Il Dobriss Assessment del 1995 conferma che

l'87% delle zone agricole europee presenta concentrazioni superiori al valore guida e il 22% presenta valori superiori alla CMA.

Anche in Italia l'elevato prelievo di acque per uso irriguo e l'uso elevato di fertilizzanti, sommandosi alle carenze depurative, comporta un

Tabella 1 – Nitrati in alcuni laghi  
Table 1 – Nitrates in certain lakes

Lago	Regione	NO3 (N-mg/l) (min)	NO3 (N-mg/l) (max)
Brasimone	Emilia Romagna	0,20	0,46
Garda	Trentino-Veneto	0,08	2,85
Bilancino	Toscana	0,5	0,6
Massaciuccoli	Toscana	0,1	4,2
Trasimeno	Umbria	< 0,1	
Turano	Lazio	0,1	
Salto	Lazio	0,1	
Iseo	Lombardia	0,1	0,9
Como	Lombardia	0,1	9,85
Maggiore	Lombardia	0,58	0,81
Varese	Lombardia	0,02	0,32
Lugano	Lombardia	0,13	1,18

Fonte: Annuario dati ambientali, APAT 2002.

Tabella 2 – Nitrati in alcuni fiumi\*  
Table 2 – Nitrates in certain rivers\*\*

Fiume	Regione	NO3 (N-mg/l) (min)	NO3(N-mg/l) (max)
Taormina	Friuli Venezia Giulia	0,020	1,420
Dora Baltea	Valle d'Aosta	0,250	0,880
Adige	Trentino	0,800	1,000
Adige	Veneto	1,175	1,650
Piave	Veneto	0,508	1,806
Arno	Toscana	0,233	2,900
Tevere	Toscana-Umbria	0,710	2,900
Tevere	Lazio	1,598	2,328
Mincio	Veneto- Lombardia	0,015	0,140
Po	Veneto	2,619	2,806
Po	Emilia Romagna	2,500	2,900
Po	Lombardia	2,275	3,300
Adda	Lombardia	0,348	2,475
Biferno	Molise	0,510	2,035
Saccione	Molise	5,070	7,683
Basento	Basilicata	0,800	17,970
Agri	Basilicata		10,250
Ofanto	Basilicata	1,050	6,023
Simeto	Sicilia	0,420	1,450
Alcantara	Sicilia	0,453	2,023

\* La concentrazione limite tra il livello 3 (sufficiente) e 2 (buono, obiettivo ambientale) per l'indice LIM (Livelli Inquinamento Macrodescrittori) è: 1,5 di NO3 (N mg/l).

\*\* The borderline concentration between level 3 (sufficient) and level 2 (good, environmental objective) for the LIM (Levels of Macrodescriptor Contamination) is: 1.5 of NO3 (N mg/l).

inquinamento diffuso da nitrati con effetti specifici nelle aree sensibili soggette o potenzialmente soggette al fenomeno dell'eutrofizzazione.

Lo stato di qualità delle acque sotterranee risente anch'esso della presenza di nitrati come si deduce sia dalla classificazione di queste acque prevista dal decreto 152/99 (Annuario Dati Ambientali 2002 e 2003) sia dagli inquinanti che eccedono la CMA per le acque potabili in gran parte estratte dal sottosuolo (tab. 3). È evidente dai dati della tabella 3 quanto incidano nitrati e pesticidi sulla qualità delle acque sotterranee (fig. 2).

Infine, pur risultando sostanzialmente in buono stato trofico, le acque marine costiere risentono in alcune zone dell'apporto di nutrienti dai bacini idrografici, in particolare sulle coste dell'alto adriatico e in T oscana (foce dell'Arno).

A fronte di quest'evidente quadro di compromissione delle risorse vengono identificati i criteri da seguire per i piani di tutela in particolare per le aree sensibili e le zone vulnerabili ai nitrati.

*Aree sensibili* – Sono individuate le aree sensibili soggette a fenomeni d'eutrofizzazione (art. 18) e i criteri per identificare altre aree sensibili (allegato 6) per le quali devono essere adottate specifiche misure di riduzione dell'inquinamento da nutrienti. In particolare sono considerati i laghi e i corsi d'acqua che s'immettono in corpi idrici a lento ricambio, negli estuari e nelle baie. La riduzione del contenuto in fosforo e nitrati costituisce parte delle misure dei piani di tutela.

Aree sensibili sono quelle interessate da acque destinate alla produzione d'acqua per il consumo umano per le quali potrebbe essere superato il limite dei 50 mg/l.

Nelle aree sensibili esposte a particolari volumi di scarichi sono richiesti trattamenti depurativi supplementari (all.6 DLGS 152/99) che consentano il rispetto di limiti d'emissione più severi per gli scarichi in corpi idrici superficiali. Tali limiti sono espressi in con-

centrazioni o percentuali di abbattimenti (allegato 5 DLGS 152/99).

*Zone vulnerabili ai nitrati* – A fronte degli impatti osservati nelle acque sotterranee devono essere individuate le zone di territorio ove si scaricano direttamente o indirettamente composti azotati in acque inquinate o che possono diventarlo per effetto di tali scarichi. Queste acque sono individuate sulla base della presenza effettiva di nitrati eccedenti i 50 mg/l o dell'effettiva evidenza di fenomeni eutrofici.

Le aree già individuate o quelle di nuova designazione, secondo metodologie specifiche (all 7°) devono essere soggette a controlli specifici e interessate da misure riguardanti il controllo degli apporti di fertilizzanti, gli stoccaggi di reflui zootecnici e gli apporti di fertilizzanti ed effluenti zootecnici al terreno.

#### *Pesticidi*

Il problema connesso con l'uso di prodotti fitosanitari in agricoltura è particolarmente complesso poiché un quadro nazionale effettivo di settore adeguato non è ancora disponibile. In effetti da una parte sono noti i principi attivi utilizzati, i volumi prodotti e commercializzati e i fattori di rischio per le risorse e la salute umana che l'uso di tali prodotti comporta. Non sono noti in modo sufficiente i quantitativi effettivamente applicati ai terreni e alle colture. I pesticidi rientrano inoltre nei programmi di monitoraggio d'alcune regioni ma non di tutte.

Di fatto un monitoraggio complessivo di tale impatto è attualmente carente per cui non si è ancora in grado di verificare il vero stato di qualità ambientale dei corpi idrici per i quali spesso la classificazione è effettuata sui macrodescrittori e, quanto disponibili, sull'Indice Biotico esteso IBE. A seguito dell'emanazione della decisione 2455/2001/CEE che identifica le Sostanze Prioritarie inquinanti previste dall'allegato X della direttiva quadro sulle acque (lista di 33 sostanze prioritarie tra cui alcuni pesticidi) e in attesa di una prossima emanazione del regolamento ministeriale

Tabella 3 – Indice Stato Chimico delle Acque Sotterranee  
 Table 3 – Chemical Status of Groundwater Index

Regione	Classe	punti di prelievo		Parametri critici di classe	
		v.a.	% sul totale	di base	addizionali
Piemonte	Classe 1	30	4		
	Classe 2	218	32		
	Classe 3	96	14	Nitrati	
	Classe 4	153	22	Nitrati	Composti alifatici alogenati totali, Pesticidi, Piombo
	Classe 0	129	19	Ferro, Manganese	
	Classe 4-0	63	9		
Totale punti prelievo		689			
Lombardia	Classe 1	5	2		
	Classe 2	69	29		
	Classe 3	35	15	Nitrati, Ferro, Manganese, Solfati	
	Classe 4	125	54	Nitrati Ammoniaci, Ferro, Manganese, Cloruri	Composti alifatici alogenati totali, Pesticidi, IPA, Cr VI, Arsenico, Nichel, Piombo, Boro, Berillio, Hg, Alluminio, Benzene, Acrilammide
	Totale punti prelievo		234		
Veneto	Classe 1	7	6		
	Classe 2	48	41		
	Classe 3	5	4	Nitrati, Solfati	
	Classe 4	15	13	Nitrati, Cloruri, Solfati	Nichel, Composti alifatici alogenati totali, Pesticidi, Cromo VI
	Classe 0	43	36	Ammoniaci, Ferro, Manganese	Arsenico
Totale punti prelievo		118			
Friuli Venezia Giulia	Classe 1	3	3		
	Classe 2	59	60		
	Classe 3	8	8	Nitrati	
	Classe 4	23	24	Nitrati	Pesticidi
	Classe 0	5	5	Ammoniaci, Ferro, Manganese	
	Totale punti prelievo		98		
Liguria	Classe 1	23	11		
	Classe 2	131	63		
	Classe 3	8	4	Nitrati	
	Classe 4	42	20	Nitrati, Ammoniaci, Ferro, Manganese, Conduttività, Cloruri, Solfati	Alluminio, arsenico, Nichel, Piombo, Composti alifatici alogenati totali
	Classe 0	5	2	Solfati, Ammoniaci	Arsenico
Totale punti prelievo		209			
Emilia Romagna	Classe 2	66	16		
	Classe 3	67	17	Nitrati	
	Classe 4	52	13	Nitrati Cloruri	Composti alifatici alogenati totali, Nitrati, Piombo, Mercurio, Nichel
	Classe 0	216	53	Ammoniaci, Ferro, Manganese	Arsenico

(segue)

segue tabella 3 – *Indice Stato Chimico delle Acque Sotterranee*  
 continue table 3 – *Chemical Status of Groundwater Index*

Regione	Classe	punti di prelievo		Parametri critici di classe	
		v.a.	% sul totale	di base	addizionali
Totale punti prelievo		401			
Toscana	Classe 1	4	2		
	Classe 2	209	71		
	Classe 3	5	2	Nitrati	
	Classe 4	23	8	Nitrati, Ammoniaca, Cloruri	Composti alifatici alogenati totali, Boro,
	Classe 0	51	17	Ferro, Manganese, Solfati	Arsenico, Fluoruri
Totale punti prelievo		292			
Umbria	Classe 1	7	3		
	Classe 2	52	25		
	Classe 3	35	17	Nitrati	
	Classe 4	94	46	Nitrati, Ammoniaca, Ferro Manganese	Nitriti, Pesticidi, Composti alifatici alogenati, Arsenico, Nichel, cromo, Cadmio, Selenio, Piombo, Zinco
	Classe 0-2	2	1	Ferro, Manganese	
	Classe 0	15	7	Ferro, Manganese, Ammoniaca	Fluoruri
Totale punti prelievo		205			
Marche	Classe 1	98	13		
	Classe 2	366	47		
	Classe 3	111	14	Nitrati	
	Classe 4	192	25	Nitrati, Cloruri, Solfati, Manganese	Composti alifatici alogenati totali
	Classe 0	4	1	Solfati, Ferro, Conducibilità	
Totale punti prelievo		771			
Campania	Classe 1	23	19		
	Classe 2	31	25		
	Classe 3	6	5	Nitrati	
	Classe 4	16	13	Nitrati, Ammoniaca	
	Classe 0-2	20	16		
	Classe 4-0	7	6	Nitrati	
Classe 0	21	17	Ferro, Manganese, Conducibilità	Fluoruri	
Totale punti prelievo		124			

Fonte: Annuario Dati Ambientali, APAT 2003.

che fissa gli standard ambientali per le acque superficiali interne dolci e per le acque costiere per circa 160 sostanze tra cui numerosi pesticidi e biocidi, si rendono disponibili gli strumenti normativi per una corretta pianificazione di monitoraggi.

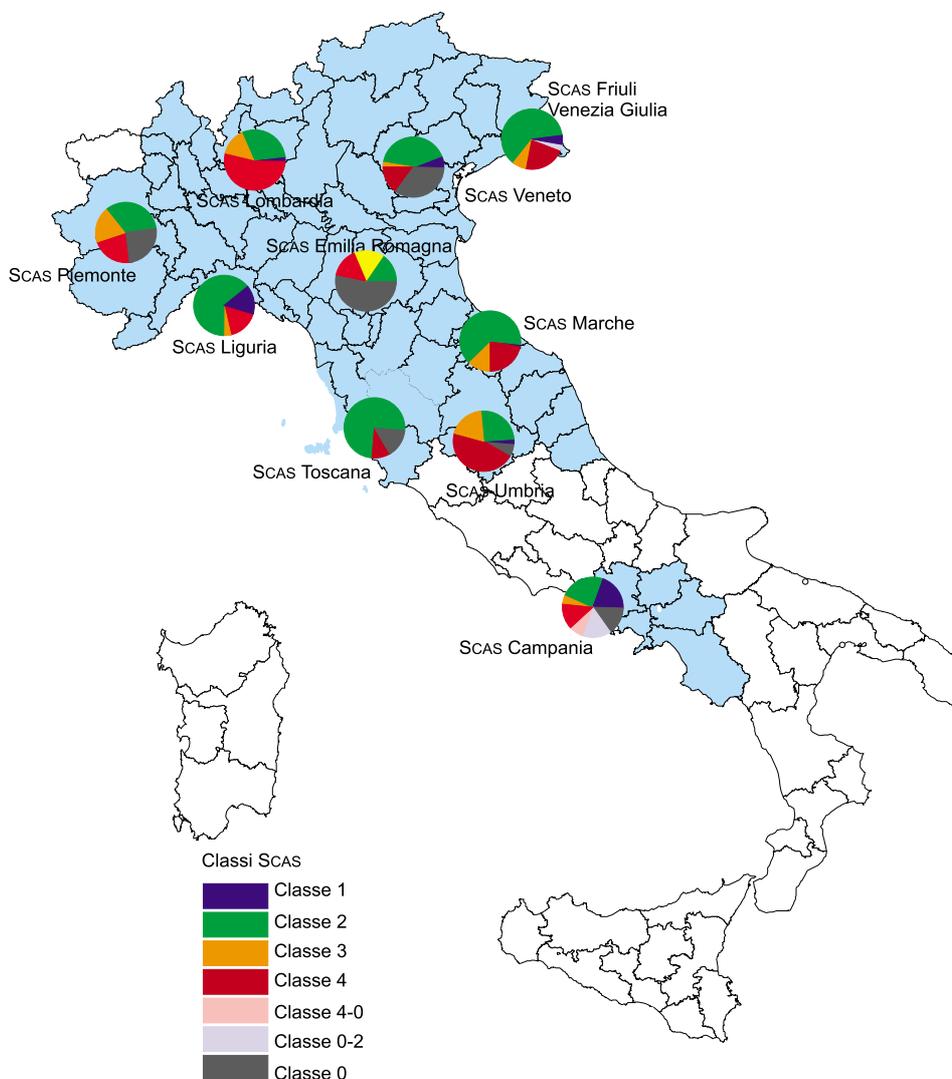
L'aspettativa è che la prima piena attuazione del DLGS 152/99 e la trasmissione delle informazioni come previsto dai DM 198/2002 e

152/2003 consenta di colmare questo deficit di conoscenze.

*Zone vulnerabili ai pesticidi* – Analogamente a quanto previsto per i nitrati, il DLGS 152/99 richiede la designazione di queste zone a protezione delle acque sotterranee, secondo specifiche metodologie.

Nelle zone individuate le Regioni e le Province Autonome provvederanno a inserire nei

Figura 2 – Stato chimico delle acque sotterranee  
 Figure 2 – Chemical Status of Groundwater



Fonte: APAT, *Annuario Dati Ambientali 2003*.  
 Source: APAT, *Environmental Data Annual 2003*.

piani di tutela specifiche misure di limitazione o esclusione, anche temporanee, di uso di questi microinquinanti allo scopo di proteggere la salute e le specie viventi.

**I flussi informativi**

Si è già affermato che i DM attuativi dell'art 3 del DLGS 152/99 sugli obblighi informativi

da parte delle Regioni e Province autonome, dovranno compensare le carenze conoscitive che attualmente rendono problematica l'impostazione di un corretto piano di tutela delle acque.

È quindi importante sottolineare i contenuti informativi richiesti relativi al sistema agricolo.

### **Caratterizzazione dei Bacini Idrografici**

È prevista nel DM 19 agosto 2003, n. 152, al capitolo II. Sono richieste:

- 1) le caratteristiche geografiche del bacino;
- 2) la caratterizzazione geologica, idrologica e climatica;
- 3) gli usi agro-forestali in termini di destinazione del terreno e superfici impegnate con particolare riguardo all'apporto d'azoto e fosforo per le diverse colture;
- 4) la caratterizzazione delle pressioni antropiche (abitanti), industriali e zootecniche;
- 5) la caratterizzazione naturalistica e delle aree protette;
- 6) il censimento dei corpi idrici.

### **Monitoraggio dei corpi idrici e classificazione**

Devono essere forniti tutti i dati di monitoraggio dei corpi idrici significativi al fine di definirne lo stato ambientale in termini qualitativi e quantitativi.

In questo senso si disporrà di tutti gli elementi conoscitivi relativi, tra l'altro ai nutrienti (tra cui i nitrati) e alle sostanze pericolose (tra cui i pesticidi).

L'informazione potrà essere confrontata con gli obiettivi e standard ambientali fissati e quindi costituire un elemento di verifica dell'efficacia dei piani di tutela.

### **Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano**

S'identificano le aree, le sorgenti, i pozzi e in genere le captazioni per i quali si richiedono i corpi idrici interessati, gli interventi di protezione e gli elementi informativi (studi, cartografie, ecc) utilizzate per la loro delimitazione.

### **Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari**

Si richiede l'identificazione della zona, i corpi idrici interessati e la loro tipologia (fiumi, laghi, acque costiere, acque di transizione, corpi idrici artificiali, acque sotterranee). L'informazione è corredata da relazione tecnica.

A completamento di questi flussi informativi, il DM 18 settembre 2003 prevede le informazioni sulle pressioni da nitrati.

### **Disciplina degli scarichi**

La sezione comprende le informazioni sugli scarichi d'acque reflue urbane e di acque industriali in funzione degli agglomerati e delle strutture tecniche (impianti, reti fognarie) disponibili.

Per gli scarichi di acque reflue urbane sono previste le emissioni o gli abbattimenti percentuali per COD, BOD5, SS, P e Azoto in relazione al corpo recettore e con particolare riguardo alle aree sensibili (designazione di aree sensibili).

Inoltre sono richieste le informazioni sui programmi di misure in funzione delle tipologie di corpi idrici recettori, al fine di valutare l'efficacia dei programmi in atto.

Per quanto riguarda gli scarichi industriali si richiedono le informazioni circa l'autorizzazione agli scarichi contenenti sostanze pericolose (tra cui pesticidi e biocidi).

### **Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole**

Questa sezione informativa comprende i dati relativi al monitoraggio della qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei che subiscono l'effetto dei nitrati, la caratterizzazione dello stato trofico sulla base di parametri quali l'ortofosfato, il fosforo totale, la clorofilla, l'ossigeno, la trasparenza, e le diverse forme d'azoto..

I dati di monitoraggio richiesti devono consentire la verifica dell'efficacia dei programmi di misure di tutela. Per cui i dati richiesti per i parametri indicati, riguardano i valori medi, minimo, massimo e anche il numero di dati.

Infine sono compresi le informazioni sulle aree vulnerabili.

In termini di misure e programmi le informazioni riguardano l'applicazione dei codici di buona pratica agricola, i programmi d'azione e la loro verifica

### **Prospettive**

Si è completata una prima fase normativa per la tutela delle acque che mette a disposizione tutti gli strumenti normativi necessari per un approccio integrato e coerente nel settore della protezione delle risorse idriche.

È noto che in tutte le regioni sono già in corso programmi più o meno completi di monitoraggio e quindi si ritiene che entro il 2004 possa essere disponibile un quadro nazionale significativo sia in termini d'analisi delle pressioni e degli impatti sia in termini di stato di qualità delle risorse.

Tuttavia un'attenta considerazione di tutti i criteri metodologici, procedurali e organizzativi previsti dalle norme citate, proprio per la complessità della materia che si vuole affrontare in modo coerente e integrato, evidenzia numerose lacune appunto di metodologia.

Sarà richiesto quindi un notevole sforzo di tutti

i soggetti impegnati sia per verificare l'efficacia dei metodi proposti sia per evidenziare nuove necessità e carenze non segnalate.

Un utile strumento di "governo" di tutto il processo sarà evidentemente la Banca Dati che nascerà dall'attuazione del decreto 152/99 perché consentirà di mettere a fuoco i risultati e gli errori.

L'adeguamento di tutti questi strumenti a esigenze non considerate o ad obiettivi che dovessero risultare errati o sottostimati potrà avvenire tramite il lavoro del Comitato previsto dall'articolo 2 del DM 19 agosto 2003 che avrà appunto il compito di formulare le proposte necessarie per ottimizzare l'attuazione delle norme d'interesse, per migliorare le metodologie e per sviluppare quelle che si rendessero necessario a seguito della migliore conoscenza delle dinamiche e dei fenomeni ambientali d'interesse per le risorse idriche.

## Vulnerazione e vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento da nitrati

### *Aquifer Vulnerability and vulneration by nitrate*

Massimo Civita, Adriano Fiorucci

La contaminazione delle acque sotterranee dallo ione nitrato è un problema che riguarda numerosi Paesi sia a livello europeo che mondiale. L'aumento dell'uso di fertilizzanti azotati e di concimi organici e la trasformazione strutturale della zootecnia dell'ultimo dopoguerra rischiano di produrre, in alcune aree europee, una vera e propria catastrofe. La situazione in Italia non si discosta da questo quadro generale considerando che, nel 1989, l'Istituto Superiore di Sanità forniva dati secondo i quali, in diversi Comuni delle Marche, Lombardia, Emilia-Romagna, Veneto, Piemonte e Molise, veniva superata largamente la soglia dei 50 mg/l di nitrati (Concentrazione Massima Ammissibile per il consumo umano – DPR 236/88) mentre, per alcune aree della Sardegna e della Campania, la situazione si avvicinava alla soglia d'attenzione. Il quadro presentato dall'Istituto Superiore di Sanità è, nel frattempo, sicuramente peggiorato, con una maggiore estensione del fenomeno (Civita *et al.*, 2003).

I dati presentati rendono urgente e non più procrastinabile la realizzazione di metodiche atte alla previsione del potenziale rischio d'inquinamento delle acque sotterranee che siano strumenti utili per la pianificazione territoriale e la prevenzione. In questo lavoro, viene presentato un approccio metodologico che uti-

lizza, in sinergia, due metodiche messe a punto dalla Linea di Ricerca 4 del GNDC CNR, al fine di giungere ad una valutazione univoca del rischio d'inquinamento da nitrati delle risorse idriche sotterranee.

I metodi utilizzati sono :

- SINTAC 85 (Civita, De Maio, 2000), per la valutazione della vulnerabilità intrinseca all'inquinamento degli acquiferi;
- IPNOA (Padovani, Trevisan, 2002), per la valutazione dell'impatto dei nitrati.

Prima di entrare nello specifico dei due metodi e della loro applicazione in sinergia, è necessario riportare le definizioni di Vulnerabilità e Vulnerazione.

La *Vulnerabilità* è "la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere – anche mitigandone gli effetti – un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo" (Civita, 1987). In altri termini, la vulnerabilità è una caratteristica intrinseca del sistema acquifero. La *Vulnerazione* è "l'effettivo stato d'inquinamento di un sistema acquifero o parte di esso, a causa di un inquinante idroveicolato di provenienza superficiale" (Civita *et al.*, 2003). La vulnerazione non è una caratteristica intrinse-

Sommar <span>io</span>	Summary
<p>Il problema dell'inquinamento da nitrati di origine sostanzialmente agricola e zootecnica si sta rilevando in tutta la sua gravità nei Paesi ad elevato sviluppo. I recenti provvedimenti di legge (DLGS 152/99, DLGS 258/00) hanno puntualizzato l'importanza del problema in molte zone italiane. Mentre molto si sa delle zone dove questo problema esiste, anche attraverso reti di monitoraggio più o meno efficienti, poco si è fatto per poter riconoscere il problema con metodi di previsione e dunque poter operare con interventi strutturali e non strutturali di prevenzione. Con questo intento l'UO 4.1 del GNDC CNR ha svolto una ricerca su Test-Site per validare un approccio metodologico e sistematico che lega la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi mediante un PC SM evoluto, con la valutazione del rischio d'inquinamento da nitrati (IPNOA) già ampiamente sperimentato nell'ambito dell'UO 4.15 del GNDC CNR. Nella presentazione vengono presentati i metodi utilizzati e i risultati raggiunti.</p>	<p>The problem of the contamination by nitrates of agricultural and zootechnical origin is substantially well known in all its gravity within the highly developed countries. The recent norms (DLGS 152/99, DLGS 258/00) have specified the importance of the problem in many Italian zones. While there is much knowledge of the zones where this problem exists, thanks to monitoring networks, some more efficient than others, little has been done to be able to recognize the problem by forecasting methods and therefore to be able to operate with structural and non structural interventions for prevention. With this intent the Task Unit 4.1 of the GNDC CNR has developed research on test-sites to validate a methodological and systematic approach that links the evaluation of the intrinsic aquifer vulnerability, by means of an advanced PC SM with the evaluation of the contamination risk by nitrates (IPNOA) already broadly experimented within the search programme of the Task Unit 4.15 of the GNDC CNR. In the paper, the methods used and the results obtained are discussed.</p>

ca del sistema ma una condizione, variabile nel tempo e nello spazio in modo anche molto marcato, in funzione dell'inquinante e del time of travel dell'acquifero. I due termini sono spesso volte erroneamente considerati dei sinonimi ma, dalle definizioni date, emerge la fondamentale differenza tra i due concetti. È chiaro, peraltro, che in stretto ambito di pianificazione territoriale ciò che conta è la vulnerabilità proprio per il suo essere caratteristica intrinseca del sistema anziché la vulnerazione che, essendo uno stato del sistema, è suscettibile di variazioni soprattutto temporali.

Nel metodo di valutazione del rischio d'inquinamento da nitrati, la vulnerabilità è valutata con il metodo SINTAC R5, un modello parametrico a punteggi e pesi, ultima versio-

ne della metodologia nata nel 1990 e successivamente testata, raffinata e implementata GIS.

Il metodo SINTAC prende in considerazione sette parametri di input adatti a caratterizzare il sistema acquifero che sono:

1. soggiacenza dell'acquifero;
2. infiltrazione efficace;
3. non saturo (effetto di autodepurazione del non saturo);
4. tipologia della copertura;
5. acquifero;
6. conducibilità idraulica;
7. superficie topografica (acclività della superficie topografica).

L'area in esame viene discretizzata in Elementi Finiti Quadrati (EFQ) di 250 m di lato. Per

ogni EFQ, vengono valutati i singoli parametri ai quali verrà assegnato un punteggio da 0 a 10. Il singolo punteggio riferito al determinato parametro dell'EFQ dovrà essere "pesato" attraverso un coefficiente moltiplicativo, in relazione alle situazioni d'impatto che possono essere:

- aree soggette a impatto normale;
- aree soggette a impatto rilevante;
- aree soggette a drenaggio;
- aree carsiche;
- aree in rocce fessurate.

L'indice di vulnerabilità intrinseca (ISINTACS) si calcola attraverso la seguente relazione:

$$I_{SINTACS} = \sum_{j=1}^7 P_j W_j \quad [1]$$

dove:

P è il punteggio di ciascuno dei 7 parametri considerati dal metodo,

W è il peso relativo alla situazione d'impatto.

L'indice di vulnerabilità intrinseca, calcolato per ogni EFQ, è un valore numerico variabile da un minimo di 26 a un massimo di 260 punti. Per favorire la rappresentazione cartografica della vulnerabilità, ovvero per realizzare le Carte di Vulnerabilità, si è diviso l'intero intervallo di valori dell'indice calcolato con la [1] in *gradi di vulnerabilità intrinseca* come riportato nella tabella 1.

L'IPNOA (Indice di Pericolosità da Nitrati di Origine Agricola) è un indice parametrico, utilizzato per individuare le aree vulnerabili da nitrati, che fa riferimento a quanto prescrit-

to nel DLGS 152/99 per quello che riguarda il rischio di contaminazione delle acque sotterranee. L'approccio IPNOA consiste principalmente in due fasi:

- Individuazione delle categorie di fattori che concorrono alla valutazione del pericolo potenziale di contaminazione delle acque sotterranee;
- Attribuzione del punteggio in funzione dell'importanza che esso assume nella valutazione complessiva finale.

Nell'individuazione dei fattori che concorrono alla valutazione del pericolo potenziale di contaminazione delle acque sotterranee da nitrati si sono distinti i fattori di pericolo (FP) e i fattori di controllo (FC).

I fattori di pericolo sono rappresentati da tutte le attività che possono generare un impatto sulle acque sotterranee; sostanzialmente si tratta delle diverse tipologie d'apporto di nitrati, in particolare:

- *Fertilizzanti minerali* (FP<sub>fm</sub>)
- *Fertilizzanti organici* (FP<sub>fo</sub>)
- *Fanghi di depurazione* (FP<sub>fp</sub>)

Ognuno di questi fattori è stato suddiviso in cinque classi di pericolo a cui è stato dato un punteggio da 1 a 5, il *Fattore di pericolo totale* (FP<sub>T OT</sub>) si ottiene dalla seguente relazione:

$$FP_{T OT} = FP_{fm} + FP_{fo} + FP_{fd} \quad [2]$$

Il valore di FP<sub>T OT</sub> è un numero compreso tra 3 e 15.

I fattori di controllo sono tutte quelle attività e parametri che modificano il pericolo in funzione delle caratteristiche del sito e delle pratiche agricole in esso adottate:

- *Contenuto di azoto nel suolo* (FC<sub>a</sub>)
- *Clima* (FC<sub>c</sub>)
- *Pratiche agricole* (FC<sub>pa</sub>)
- *Tipo di irrigazione* (FC<sub>i</sub>)

Anche in questo caso ognuno dei fattori è stato suddiviso in cinque classi di pericolo a cui è stato dato un punteggio, il *Fattore di controllo totale* (FC<sub>T OT</sub>) si ottiene dalla seguente relazione:

Tabella 1 – Intervalli e gradi di vulnerabilità  
Table 1 – Intervals and degrees of vulnerability

Intervallo di Punteggio	Grado di Vulnerabilità intrinseca
>= 26 - <= 80	Bassissimo (BB)
> 80 - <= 105	Basso (B)
> 105 - <= 140	Medio (M)
> 140 - <= 186	Alto (A)
> 186 - <= 210	Elevato (E)
> 210 - <= 260	Estremamente elevato (EE)

$$FC_{TOT} = FC_a \times FC_c \times FC_{pa} \times FC_i \quad [3]$$

Il valore di  $FC_{TOT}$  è un numero compreso tra 0,85 e 1,26.

L'Indice IPNOA (IIPNOA) si calcola mediante la seguente equazione:

$$IIPNOA = FP_{TOT} \times FC_{TOT} \quad [4]$$

I valori possibili dell'indice IPNOA varia in un range compreso tra 2,5 e 17,7.

Lo schema di calcolo dell'indice IPNOA è riportato nella figura 1.

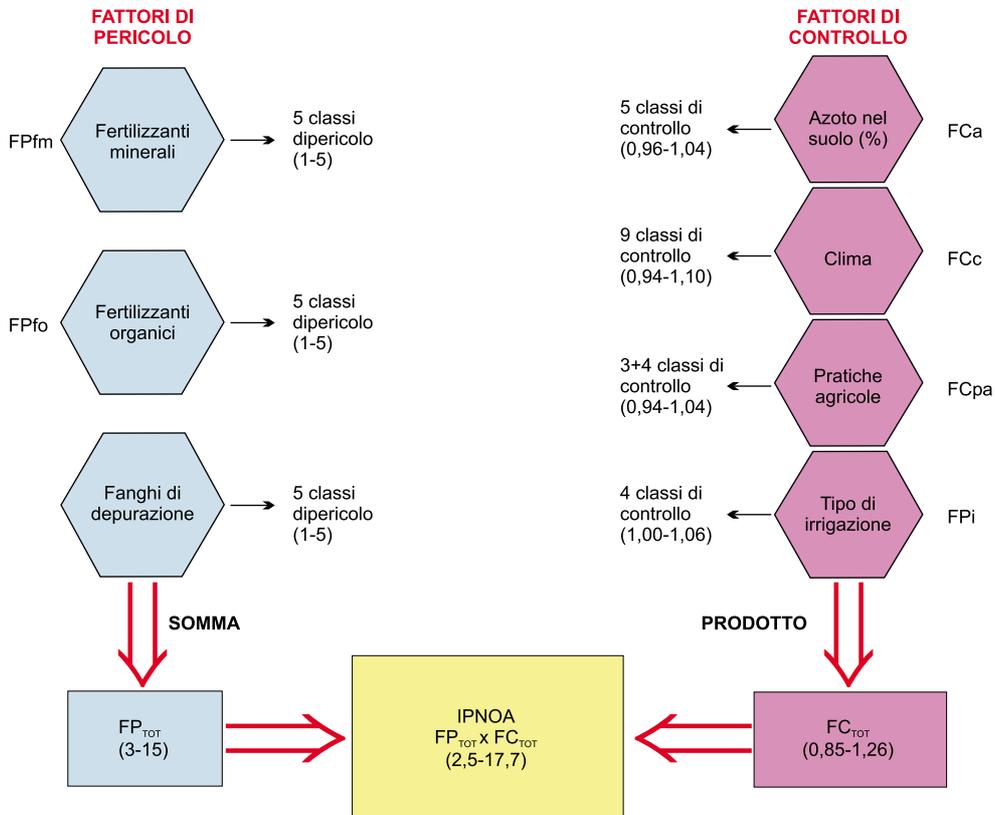
Anche per la valutazione di IPNOA, si procede ad una discretizzazione dell'area in esame in EFQ di 250 m di lato così come è stato fatto per il calcolo dell'indice SINT AC. S

Il *Rischio potenziale di inquinamento da nitrati* ( $R_{POT}$ ) si ottiene moltiplicando i due indici calcolati:

$$R_{POT} = ISINT AC \times IIPNOA \quad [5]$$

Il metodo combinato è stato applicato in diverse zone di competenza delle UUO 4.1 (prof. M. Civita) e 4.8 (prof. A.M. Del Re), con buoni risultati di riscontro con la vulnerazione delle zone stesse. La ricerca è attualmente orientata a testare il metodo su un numero maggiore di aree al fine di definire un numero preciso di classi di rischio per confrontare diverse zone con un sistema univoco. Il merito di questa metodologia è quello di individuare un indice facilmente applicabile da tutti gli Enti preposti

Figura 1 – Schema di calcolo dell'indice IPNOA  
Figure 1- Calculation of IPNOA index



alla tutela ambientale. Si utilizzano, infatti, solo quei fattori che siano di facile reperibilità e con costi contenuti escludendo quei parametri, benché apprezzabili, che sono spesso di complessa e/o costosa acquisizione o non presenti nelle banche dati di norma esistenti presso gli Enti pubblici.

### **Bibliografia**

- Civita M. (1987) *La previsione e la prevenzione del rischio d'inquinamento delle acque sotterranee a livello regionale mediante le Carte di Vulnerabilità*. Atti convegno "Inquinamento delle Acque Sotterranee: Previsione e Prevenzione", Mantova, pp. 9-18.
- Civita M. e De Maio M. (2000) *Valutazione e cartografia automatica della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento con il sistema parametrico SINTACS R5. A new parametric system for the assessment and automatic mapping of ground water vulnerability to contamination*. Quaderni di Tecniche e di Protezione ambientale, 72, Pitagora, Bologna, 226 pp.
- Civita M., De Maio M., Fiorucci A., Rancurello R., Vigna B. (2003). *Valutazione del rischio d'inquinamento da nitrati: approccio e validazione su Test Site*. IGEA, 18, pp. 25-44.
- Padovani L., Trevisan M. (2002) *I nitrati di origine agricola nelle acque sotterranee*. Pitagora editrice. Bologna, 103 pp.

## Il problema dell'impatto agricolo sulle acque in Italia: l'esperienza dell'Emilia-Romagna

### *The problem of agricultural impact on water in Italy: the experience of Emilia-Romagna region*

Adriano Zavatti<sup>1</sup>, Franco Berrè<sup>2</sup>, Andrea Chahoud<sup>3</sup>, Marco Farina<sup>1</sup>, Giorgio Frassinetti<sup>4</sup>, Paolo Severi<sup>4</sup>

#### Premessa

Il contesto emiliano romagnolo presenta impatti articolati derivanti dall'attività agricola, su diverse componenti ambientali; oltre alle acque sotterranee, il carico di azoto e fosforo in acque superficiali porta a situazioni di criticità anche nel ricettore finale, il mare Adriatico.

Accanto ad una intensa attività di monitoraggio, i cui risultati verranno illustrati nel prossimo paragrafo, le politiche di riduzione del carico inquinante sono presenti da diversi anni sul territorio regionale, connessi al controllo delle fonti di pressione. Infine, ulteriori studi geologici sulla geometria degli acquiferi ha dato luogo infine a una nuova cartografia di vulnerabilità degli acquiferi omogenea metodologicamente a livello regionale.

#### Stato ambientale delle acque interne e marine

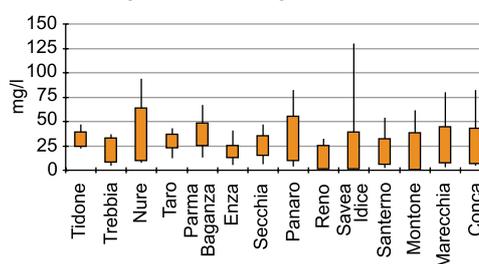
È noto che i composti azotati rappresentino la principale criticità per gli impatti antropici di superficie. In particolare, al carico zootecnico prevalentemente impattante sul contesto delle acque sotterranee si associa un contributo di composti azotati e di nutrienti in genere provenienti dalla non completa depurazione delle acque reflue da scaricatori di piena e da agglomerati non serviti, oltre che da apporti diffusi dalla superficie topografica.

Per quanto attiene le acque sotterranee, il carico da composti azotati si verifica in aree di conoide alluvionale ad alta e elevata permeabilità, situate prevalentemente in apice di conoide; la fascia con presenza di nitrati si sviluppa per 15-20 km per la parte emiliana, con conoidi di grandi dimensioni e ad elevata circolazione idrica; diversamente, tale fascia si riduce di estensione a pochi chilometri dal margine collinare e montano nella parte bolognese romagnola per una progressiva diminuzione dei depositi poroso permeabili e del grado di circolazione idrica (fig. 1).

Le concentrazioni in conoide sono mediamente variabili tra 15 e 40 mg/l con aree a concentrazione fino a 50-60 mg/l. L'aumento delle concentrazioni si riscontra verso le aree distali situate nei limiti settentrionali nelle aree

Figura 1A – Distribuzione dei nitrati nei conoidi alluvionali appenninici dell'Emilia-Romagna (valori in mg/l): distribuzione dei valori medi

Figure 1A – Nitrates distribution in Emilia-Romagna Apennines alluvial fans (mg/l): statistical average distribution



<sup>1</sup> ARPA Direzione Tecnica, via Po 5 – 40139 Bologna (Italy)  
Tel. +39 051 6223800 Iriveruzzi@sc.arpa.emr.it

<sup>2</sup> Regione Emilia-Romagna, Servizio Tutela e Risanamento  
Risorsa Acqua, via Dei Mille 21 – 40121 Bologna (Italy)

<sup>3</sup> ARPA Ingegneria Ambientale, vicolo Carega 3 – 40139 Bologna (Italy)

<sup>4</sup> Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, viale Silvani 4/3 – 40122 Bologna (Italy)

**Sommario**

L'importanza dell'impatto agricolo e zootecnico sulle risorse idriche è determinante in Emilia-Romagna a causa delle criticità ambientali degli acquiferi, dei sistemi idrici e del mare Adriatico. I reflui zootecnici usati per fertilizzare le coltivazioni, i fertilizzanti azotati sintetici, il fosforo ed i pesticidi causano un apporto di contaminazione nei sedimenti, nelle acque di superficie, negli acquiferi, nel mare Adriatico, con tempi diversi e con meccanismi differenti.

L'azoto è generalmente contenuto negli acquiferi appartenenti a depositi conoidi alluvionali grossolani. I carichi medio-alti di azoto, che variano moderatamente nel tempo, sono evidenti nelle parti superiori degli acquiferi eterogenei, che si trovano tra gli strati dei serbatoi grossolani e dei depositi argillosi, vicino alle aree di ricambio. Nelle parti inferiori dei sistemi acquiferi, una riduzione generale dei contaminanti è accompagnata da una scarsa variazione nel tempo. I valori possono aumentare nelle aree con dinamiche concentriche (con carichi coalescenti) e possono diminuire fino a zero in acquiferi molto protetti, con valori Redox negativi: l'ammoniaca è un composto tipico e la sua origine non è connessa ad un impatto umano.

Il fosforo e i composti azotati agricoli contribuiscono per il 55%-60% del carico totale nelle acque di superficie, generando condizioni anossiche in una vasta area del mare Adriatico; le condizioni anossiche dipendono dalle evoluzioni stagionali, dalla temperatura e da fattori legati ai moti ondosi e dallo scarico dei fiumi. La qualità delle acque lungo la costa è migliore nella parte meridionale della Romagna, grazie alla distanza dal delta del fiume Po e al contributo del sistema locale di drenaggio.

Il carico zootecnico è probabilmente una delle più importanti fonti di fosforo e azoto. Negli ultimi 20 anni il numero degli animali

**Summary**

The agricultural and zootechnical impact importance on water resources is so relevant in Emilia-Romagna Region, because of environmental criticisms in aquifers, river systems and in the Adriatic Sea.

Zootechnical wastes used to fertilize cultivations, synthetic nitrogenous fertilizers, phosphorus and pesticides provide contamination supplying in sediments, surface waters, aquifers, Adriatic Sea, in different times and with different mechanisms.

Nitrate is generally contained in aquifers belonging to coarse alluvial fan deposits.

Medium and high loads of nitrate, which vary moderately in time, are present in the upper parts of heterogeneous aquifers, with interbedding between coarse reservoirs and clayey deposits, near recharge areas. In the lower parts of aquifer systems, a general reduction of contaminants is accompanied by low variation in time. Values can increase in areas with concentric tracking (with coalescent plumes) and decrease up to 0 in very protected aquifers, with negative Redox values: ammonia is a typical compound and its origin is not related to any human impact.

Agricultural phosphorus and nitrogen compounds contribute with a 55%-60% of the total load in surface waters, generating anoxic conditions in a large area of Adriatic Sea; anoxic conditions depend on seasonal evolutions, on temperature and wave factors and on discharge of rivers. The coast water quality is better in the southern part of Romagna, thanks to the distance from the river Po delta, and to a contribute of the local drainage system.

Probably the zootechnical load is one of the most important source of phosphorus and nitrogen.

In the last 20 years the animals number has

si è progressivamente ridotto, ma non è stata osservata una riduzione della contaminazione dell'acquifero. La distribuzione del carico e della concentrazione di azoto nell'acquifero consente solo una correlazione indiretta, a causa dei diversi fattori che influenzano le acque sotterranee.

La normativa italiana (DLGS 152/99) stabilisce un periodo massimo di 12 anni (fino al 2016) per raggiungere la buona qualità in tutti i sistemi idrici. La politica di protezione ambientale è stata sviluppata dalla Regione Emilia-Romagna per dieci anni, regolando l'attività fertilizzante in agricoltura, con la legge regionale 50/1995, che stabilisce:

- il periodo di divieto di spandimenti zootecnici (15 dicembre - 28 febbraio);
- il volume minimo degli stoccaggi;
- limitazioni per condizioni climatiche, piogge, pendenza del terreno, aree inondate;
- limitazioni a seconda della vulnerabilità degli acquiferi;
- studi specifici con lo scopo di migliorare la conoscenza delle caratteristiche dei terreni, dei fabbisogni delle colture e dell'equilibrio dell'azoto.

Il 18,08% di tutta la superficie agricola è monitorata da misurazioni volontarie, legate al Codice di Buona Pratica Agricola (CEC 2092/91): viene richiesta una forte attenzione alla pratica agricola, al trattamento del terreno, all'alternarsi delle colture e a tutti i tipi di fertilizzanti. L'intero sistema normativo è stato riveduto al momento dell'adozione del Piano di Tutela delle Acque (2003), con particolare riferimento alla vulnerabilità degli acquiferi, alle aree sensibili delle acque di superficie, al monitoraggio dei sistemi acquiferi, al fine di raggiungere gli obiettivi della qualità ambientale.

been reducing, but a reduction of contamination in aquifer has not been observed. Distribution of nitrogen load and concentration in aquifer permits only an indirect correlation, due to several factors that affect groundwaters.

The Italian law (Legislative Decree 152/99) fixes a maximum period of twelve years (until 2016) to reach the good quality of all water systems chemical and biological properties, including groundwater, surface waters and Adriatic Sea.

The environmental protection policy has been developed by Emilia-Romagna Regional Government for ten years, regulating the agricultural fertilizing activity. Compulsory rules are defined by the Regional Law n. 50/1995, fixing:

- the zootechnical sewage use banning period (December, 15<sup>th</sup> - February, 28<sup>th</sup>);
- the minimum farms lagoons volume, related to specific storage necessity;
- limitations according to climatic conditions, rainfalls, soil slope, flooding areas;
- limitations according to the aquifer vulnerability degree;
- specific studies with the aim of improve the soil characteristics, crops requirements and nitrogen balance knowledge.

The 18,08% of the agricultural surface is monitored by voluntary measurements, connected to the Good Agricultural Practice Code (CEC 2092/91): it is required great attention to agricultural practice, soil management, crops turnover and to all kinds of fertilizers.

The whole system of rules has been reviewed in adopting the Water Safeguard Plan (2003), with reference to the mapping of aquifer vulnerability, to the investigation of sensitive surface waters areas, to the monitoring efforts of water systems, in order to reach targets of environmental quality.

Figura 1B – Distribuzione dei nitrati nei conoidi alluvionali appenninici dell’Emilia-Romagna (valori in mg/l): distribuzione in pianta

Figure 1B – Nitrates distribution in Emilia-Romagna Apennines alluvial fans (mg/l): map distribution



piacentine, mentre per i conoidi parmensi e modenesi si sovrappone chiaramente anche un aumento di nitrati nelle parti laterali dei conoidi, lontano dai corsi d’acqua superficiali. Il rapporto alimentante tra fiume e falda è determinante per la fornitura di acque a basso contenuto in nitrati, mentre lontano da corsi d’acqua si verifica un progressivo aumento

delle concentrazioni, anche dovuto ad uno scarso ricambio con masse idriche.

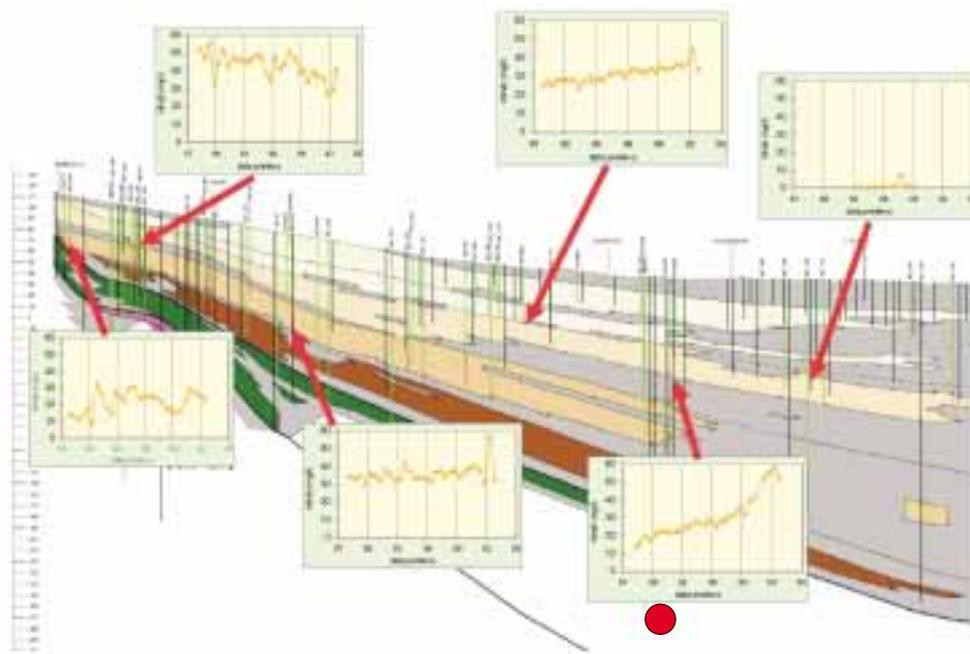
L’analisi dei trend nel tempo, basandosi su oltre 15 anni di misura a cadenza semestrale, mostra elevata variabilità nel tempo delle concentrazioni in aree di ricarica diretta, mentre la regolarità dei trend aumenta spostandosi verso il centro del serbatoio e nelle sue parti distali. C’è viene illustrato sinteticamente in una sezione SSE-NNW lungo il fiume Secchia, in figura 2 (Piano di Tutela delle Acque, Regione Emilia-Romagna – Arpa, 2003).

Per quanto attiene le acque superficiali, il carico presente in Po risulta sicuramente l’elemento prevalente per quantificare gli apporti in mare Adriatico, oltre che per verificare il carico proveniente dal contesto civile e da quello agricolo-zootecnico.

Le concentrazioni non presentano nel lungo

Figura 2 – Sviluppo spazio-temporale dei nitrati nel conoide alluvionale del fiume Secchia: a una variazione significativa nel contenuto dei nitrati nel tempo, tipico delle zone apicali, si contrappongono variazioni graduali e molto regolari verso le parti distali; intorno al pallino rosso: i marcati prelievi danno luogo a dinamiche di flusso concentriche, richiamando acque dalle posizioni laterali, carichi di nitrati in modo marcato; in conoide distale, verso la piana alluvionale, la presenza di facies idrochimiche riducenti e una ridotta circolazione idrica non dà luogo alla presenza di nitrati

Figure 2 – Nitrate space-time distribution in Secchia Alluvial Fan; there is a relevant time fluctuation of nitrate concentration, typical of proximal part of the alluvial fan, while variations are more gradual in the lower part of the alluvial fan; around the red point: converging flow due to huge withdrawal, which implies coalescence of nitrogen rich pollutant plumes; on the right part of image 2: on to the Alluvium Plan, Redox negative values and a little water circulation produce ammonia instead of nitrate.



periodo variazioni significative del contenuto di azoto e fosforo; nel breve periodo si osserva una ciclicità stagionale sia per i nitrati sia in misura minore per l'ammoniaca (fig. 3).

Il carico nel comparto agricolo-zootecnico presenta contributi rilevanti di azoto e fosforo, quantificabili in circa il 55%-60% del carico presente nelle acque superficiali (Piano di Tutela delle Acque, Regione Emilia-Romagna - Arpa, 2003). Gli effetti indotti del contributo in mare Adriatico sono connessi ai fenomeni di eutrofizzazione e anossia di cospicui volumi idrici nella parte litorale delle province di Ferrara e di Ravenna, con effetti meno pronunciati sulla costa nella parte meridionale della Regione (figura 4, Annuario Regionale dei dati Ambientali 2003, Arpa Emilia-Romagna).

#### Il carico zootecnico in Emilia-Romagna

In base ai dati di censimento IST A relativo al

periodo 1970-2000 è stata valutata la variazione nel tempo dei carichi zootecnici nella regione.

Assumendo per i suini e per i bovini, rispettivamente, il peso medio per capo di 80 kg e di 500 kg ed un coefficiente di produzione di azoto al campo pari a 112 e 90 kg/t di peso vivo allevato, viene stimato il carico di azoto prodotto (al campo), riscontrando un trend riportato in figura 5. La distribuzione areale del carico di azoto di origine zootecnica viene riportata in figura 6.

Disaggregando i dati su base comunale si nota che il dato medio è la risultante di valori assai diversi: da 0 a 250 kg/ha e che a scala territoriale sono presenti aree, come quelle delle province di Modena e Reggio Emilia in cui vi è presente un'alta concentrazione di comuni caratterizzati da carichi elevati. Inoltre si segnala come sia presente il comparto avicolo della provincia di Forlì-Cesena, ovè concentrato il

Figura 3 – Presenza dei nutrienti in Po a chiusura di bacino; le concentrazioni di nitrati e ammoniaca variano con ritmicità stagionale, in modo regolare per i nitrati e più irregolare per l'ammoniaca (A); il fosforo totale presenta un valor medio di 0,18 mg/l con andamento sostanzialmente costante

Figure 3 – Nutrients presence (nitrogen and phosphorus) in Po River, near the mouth into Adriatic Sea. Nitrate and ammonia concentrations vary on a rhythmical trend, while phosphorus is regular (the average is 0,18 mg/l)

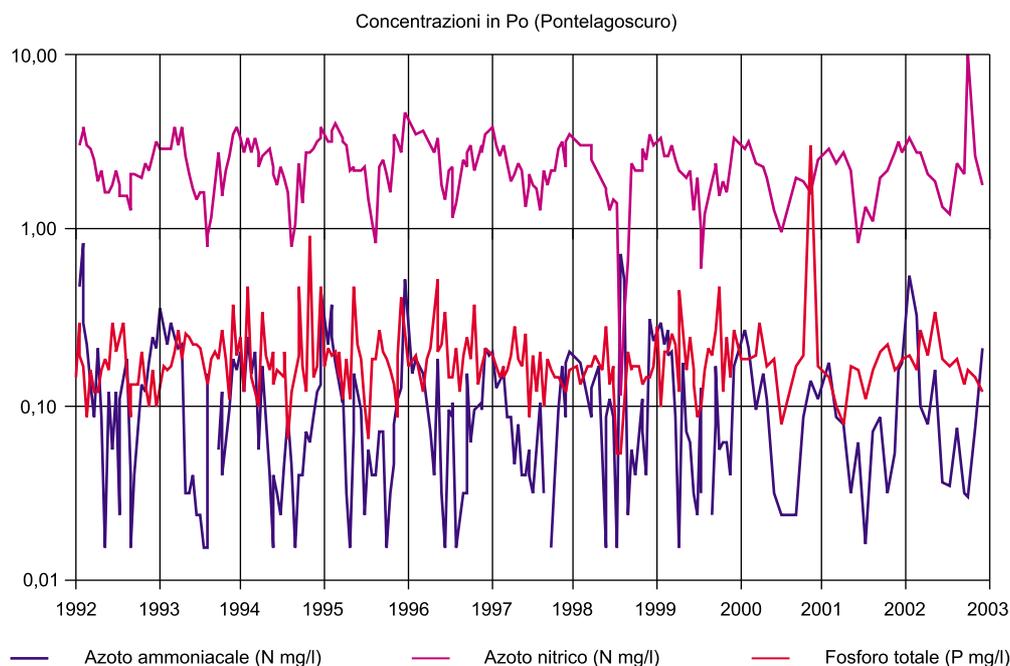


Figura 4 – Adattamento dello stato trofico in mare Adriatico per le aree prospicienti la riviera ferrarese e romagnola (dati 2000); le quattro figure illustrano la distribuzione in pianta dell'indice di stato trofico, nelle diverse stagioni; è evidente la permanenza delle criticità nella zona più prossima delle foci del Po  
 Figura 4 – *Trophic state seasonal evolution in Adriatic Sea, near Romagna coastline (2000): the figures show the trophic index map distribution, in different seasons. A critical area stands permanently surrounding the Po River mouth*

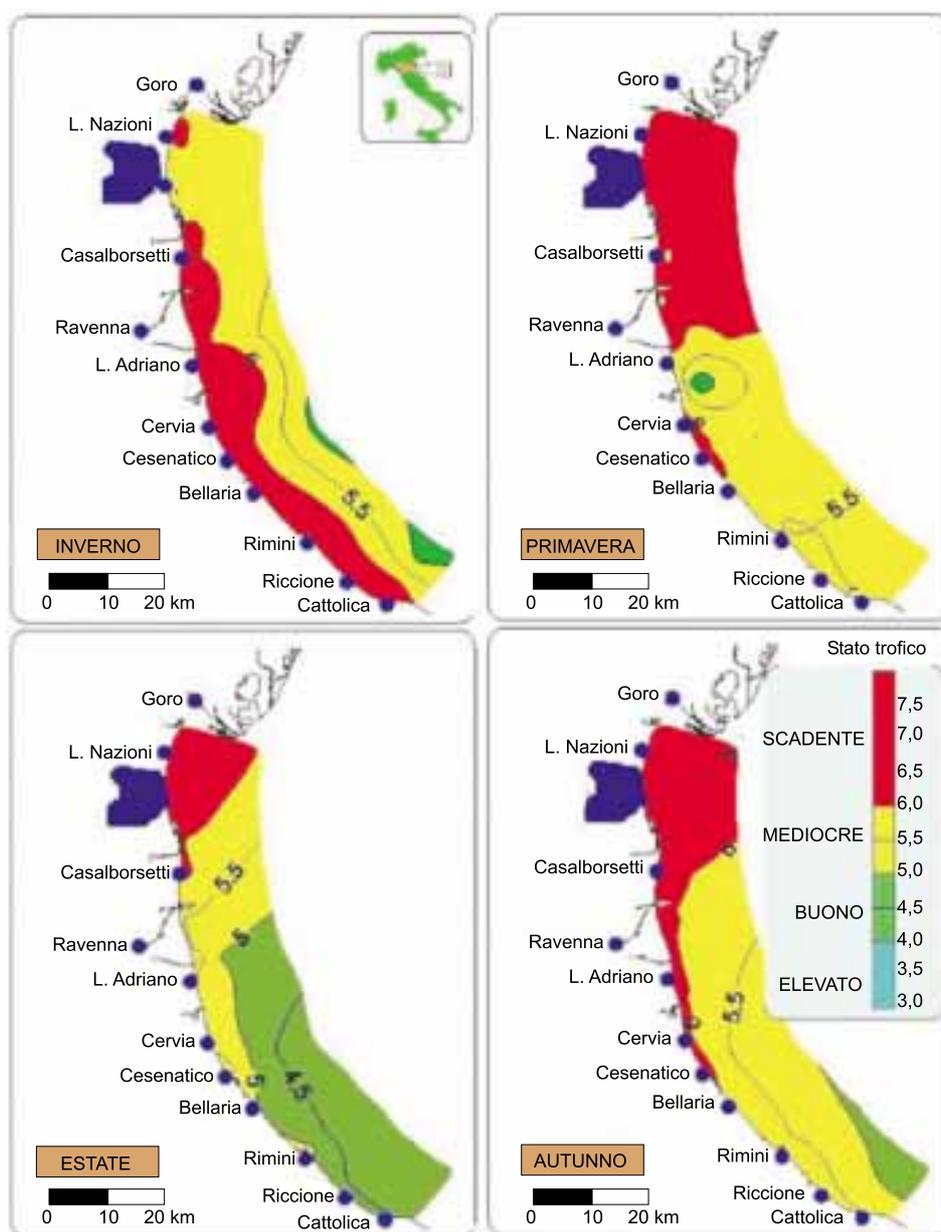


Figura 5 – Andamento nel tempo del carico di azoto di origine zootecnica (1970-000)  
Figure 5 – Zootechnical nitrogen load trend from 1970 to 2000

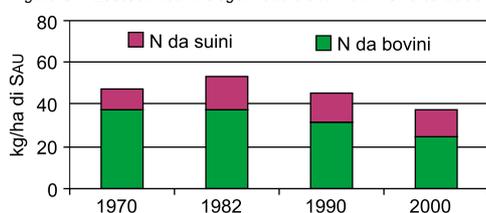
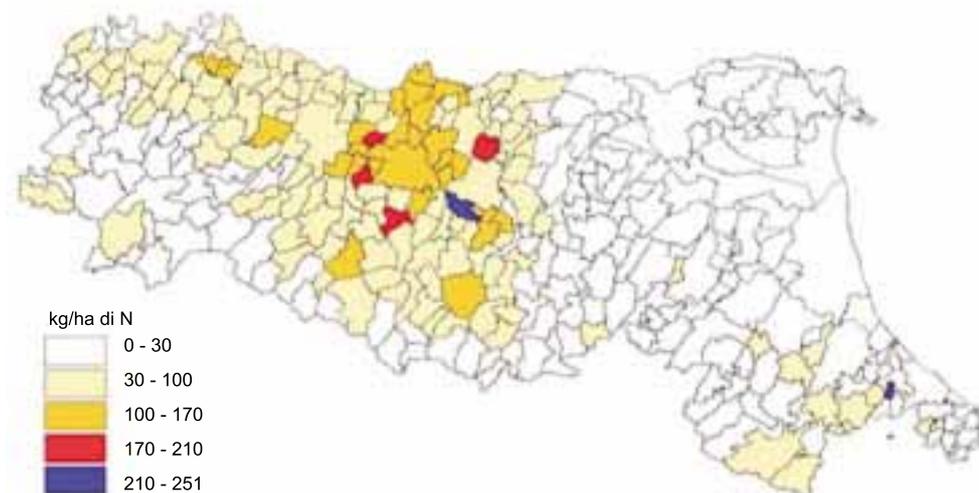


Figura 6 – Distribuzione del carico di azoto di origine zootecnica (dati 2000); la distribuzione degli spandimenti è correlabile in modo parziale con il grado di inquinamento in acquifero (figura 1)  
Figure 6 – Zootechnical nitrogen load distribution map (2000): the sewage distribution is partially proportional to the contaminant distribution degree in the aquifer (figure 1)



90% della produzione di polli della regione. In tali stime si inserisce una potenziale approssimazione in eccesso in quanto la superficie agricola utile (SAU) non è completamente utilizzabile per lo spandimento, mentre una potenziale approssimazione per difetto è dovuta al fatto che il peso medio adottato per capo è abbastanza elevato.

#### Le zone vulnerabili ai nitrati da fonte agricola: il programma d'azione in essere

Il programma d'azione posto in essere dalla Regione Emilia-Romagna comprende le misure obbligatorie e volontarie, schematizzate in figura 7; le stesse sono di seguito sinteticamente illustrate.

#### Misure obbligatorie

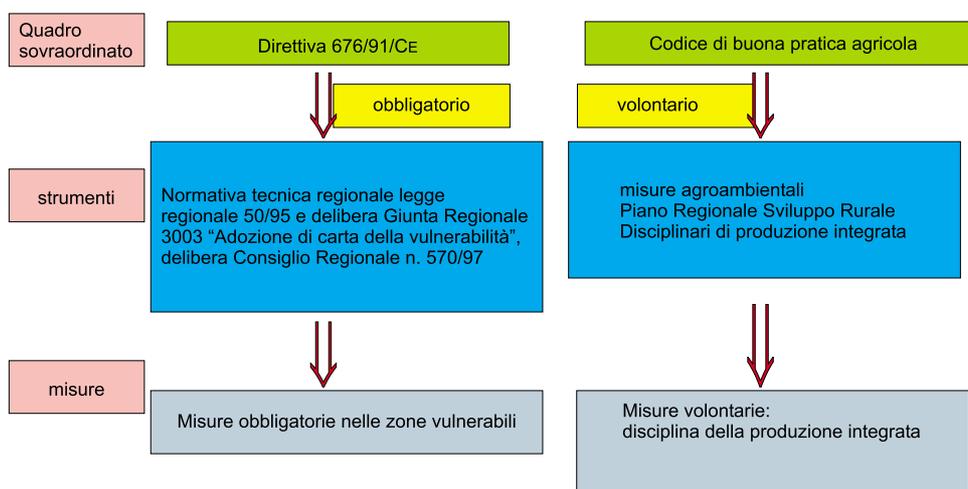
All'interno della legge regionale 50/95 e della successiva deliberazione del Consiglio Regionale 570/97 sono indicati gli interventi di tutela obbligatori:

- 1) Vi è un periodo di divieto dell'applicazione al terreno dei liquami compreso tra il 15 dicembre ed il 28 febbraio di ogni anno,

salvo eventuali deroghe provinciali in relazione alle effettive condizioni meteorologiche locali ed alle esigenze agronomiche.

- 2) La capacità utile complessiva dei contenitori per i liquami deve essere adeguata alle esigenze di stoccaggio per i periodi di divieti di spandimento (90 - 120 - 180 gg.), in particolare la capacità di stoccaggio dei letami su platee non può essere inferiore al quantitativo di letame prodotto in 90 giorni.
- 3) Sono presenti limitazioni e divieti all'applicazione dei liquami sul suolo agricolo in relazione alle condizioni climatiche, alle precipitazioni, alle condizioni del suolo ed alla pendenza; ulteriori divieti sono previsti dalle norme di tutela paesaggistica-am-

Figura 7 – Diagramma di flusso delle misure adottate dalla Regione Emilia-Romagna nel corso dell'ultimo decennio  
 Figure 7 – Flow diagram of the Emilia-Romagna Region measures taken into account in the last ten years



bientale con particolare riferimento alle aree delle riserve naturali, alle zone esondabili ed alle fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

4) Gli apporti massimi di azoto dagli effluenti di allevamento (liquami + letami) al suolo agricolo sono stati fissati secondo il seguente schema:

- Zone vulnerabili: è ammesso lo spandimento di liquami e letame in quantità non superiore ad un contenuto di azoto di 170 kg x ettaro x anno, elevabile a 210 kg nel caso venga presentato il Piano di utilizzazione agronomica (PUA). Nei primi quattro anni di applicazione delle norme i quantitativi predetti possono essere elevati rispettivamente a 210 kg e 250 kg. Ai sensi della direttiva nitrati (91/676/CEE), tale possibilità è preclusa dopo il 31 dicembre 2002.
- Zone non vulnerabili: lo spandimento dei liquami e dei letami è ammesso in quantità non superiore ad un contenuto di azoto di 340 kg x ettaro x anno.

5) L'applicazione di fertilizzanti azotati ai terreni deve avvenire secondo criteri di buona pratica agricola. Viene individuato il Piano di Utilizzazione Agronomica (PUA) come

lo strumento tecnico che, in relazione alla caratteristiche dei terreni, degli effluenti di allevamento e degli altri fertilizzanti compresi quelli chimici, consente di determinare quantità, tempi e modalità di distribuzione dei fertilizzanti azotati in rapporto ai fabbisogni delle colture previste. Nell'elaborazione di un PUA, si deve produrre un bilancio semplificato dell'azoto.

#### *Misure volontarie*

Oltre alla normativa specifica e cogente sull'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici in zone vulnerabili, la Regione Emilia-Romagna ha promosso l'attuazione volontaria di metodi di coltivazione, tra cui sono comprese le pratiche di fertilizzazione, a minor impatto ambientale: le principali linee d'intervento sono rappresentate dalla Produzione Biologica e dalla Produzione Integrata. Entrambe le linee sono conformi ai principi del Codice nazionale di buona pratica agricola. Mentre l'agricoltura biologica viene attuata secondo le norme dettate dal Regolamento CEE 2092/91 e successive modifiche ed integrazioni, l'agricoltura integrata viene attuata in conformità dei Disciplinari di Produzione Integrata (DPI) della Regione Emilia-Romagna.

I DPI riportano norme e consigli in dettaglio: le norme attengono l'impiego di tutti i fertilizzanti, inclusi i concimi minerali azotati, i fanghi di depurazione, gli ammendanti. In ottemperanza a quanto prevede l'allegato II della direttiva 91/676 i DPI stabiliscono le procedure di applicazione al terreno sia di concimi minerali che di effluenti, la gestione dell'uso del suolo, gli indirizzi per il mantenimento di una copertura vegetale e la predisposizione di piani di fertilizzazione. Le azioni del Piano Regionale di Sviluppo Rurale (PRSR), incentivate nelle Zone Vulnerabili ai nitrati, prevedono oneri aggiuntivi rispetto alle norme obbligatorie del programma d'azione regionale:

- le norme di fertilizzazione sono congiunte con norme inerenti le rotazioni, la gestione del suolo, la difesa, l'irrigazione; non è ammessa la loro applicazione separata;
- la redazione del Piano di fertilizzazione, basata sull'analisi del terreno, è estesa a tutti gli agricoltori e attiene l'impiego di tutti i fertilizzanti (azotati, fosfatici e potassici; organici e minerali; ammendanti e fanghi di depurazione);
- si stabilisce, nelle zone vulnerabili, il limite di 170 kg/ettaro di azoto per qualsiasi fertilizzante azotato.

In termini di superfici coinvolte, si rileva che la superficie interessata (2000-2001) è pari a 201.205,47 ettari, pari al 18,08% della superficie agricola utilizzata (SAU) della regione.

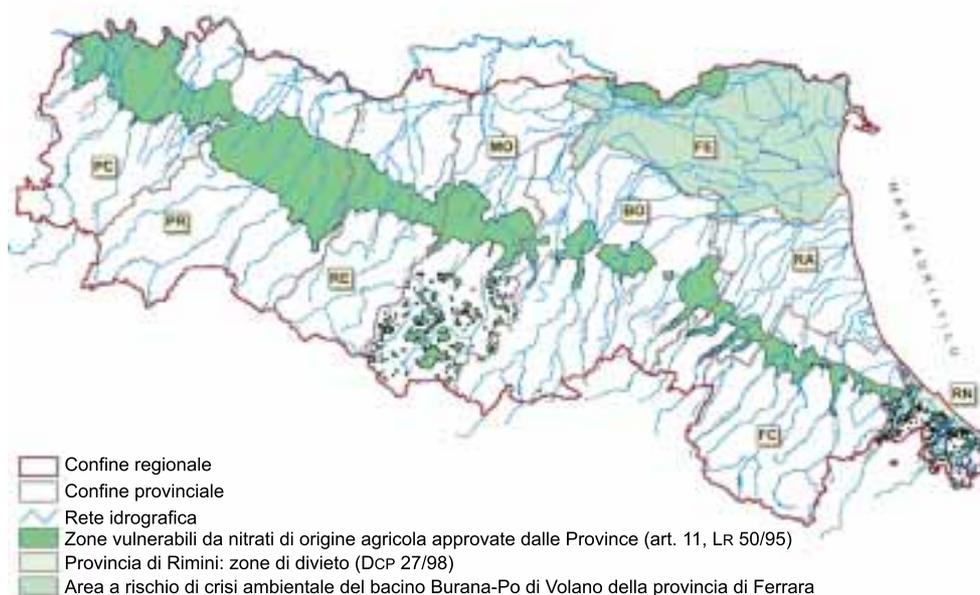
#### **Le zone vulnerabili ai nitrati da fonte agricola : le iniziative in campo per il Piano di Tutela delle Acque (PTA)**

1. A seguito della emanazione della direttiva 91/676/CEE la Regione Emilia-Romagna, nel 1995, ha ritenuto necessario prevedere un aggiornamento del Piano Territoriale Regionale per la Tutela e Risanamento delle Acque (PTTRA) - Stralcio per il comparto zootecnico. Con tale aggiornamento sono state individuate le zone del territorio regionale definite vulnerabili in

quanto zone che sono in connessione con le acque inquinate o suscettibili di inquinamento da nitrati di origine agricola: *deliberazione del Consiglio Regionale 11 febbraio 1997 n. 570 ed allegata cartografia scala 1 : 250 000*. Le predette zone sono state inserite fra quelle individuate con il DLGS 11 maggio 1999 n. 152 (Allegato 7 - Parte A III)

2. In fase di prima attuazione del PT A sono state confermate come *zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (ZVN)* quelle già designate dalla citata deliberazione del Consiglio Regionale n. 570/97 con le integrazioni di seguito indicate:
  - a) le *conoidi delle province di Modena, Reggio Emilia e Parma* richiamate dal Dlgs 152/99, Allegato 7, parte III. In ragione della metodologia utilizzata per la redazione della *Carta della vulnerabilità* tali zone sono da ritenersi designate come zona ZVN, in quanto ricomprese di fatto nella predetta carta.
  - b) l'*area dichiarata a rischio di crisi ambientale ai sensi dell'art.6 della legge 305/89 del bacino Burana Po di Volano della provincia di Ferrara*, così come previsto dal DLGS 152/99, Allegato 7, parte III. Per esigenze di omogeneità territoriale questa zona ZVN è stata fatta coincidere con i confini amministrativi provinciali.
3. Il quadro di sintesi complessivo delle ZVN inserite nel PT A è quello riportato in figura 8.
4. Entro 6 mesi dalla data di adozione del PT A da parte del Consiglio Regionale, la Giunta Regionale emana le disposizioni per l'attivazione del Programma d'azione 2004-2008 per le ZVN. Il programma d'azione recepisce e aggiorna le "disposizioni regionali vigenti" ed in conformità agli orientamenti della Commissione Europea :
  - a) stabilisce le norme di gestione-utilizzazione degli *effluenti zootecnici e dei concimi azotati* in relazione alle princi-

Figura 8 – Zone vulnerabili di origine agricola definite dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna  
 Figure 8 – Vulnerable areas defined by Emilia-Romagna Region Water Safeguard Plan



- pali connotazioni territoriali nelle zone vulnerabili;
- individua gli interventi attuabili in aree in cui vi sono esuberi di azoto disponibile; le aree sono individuate sulla base di valutazioni inerenti il bilancio tra l'azoto reso disponibile dalla zootecnia e la domanda agrocolturale, tenuto conto del contributo delle diverse tipologie di effluenti di allevamento prodotti dalle specie animali più significative allevate in ambito regionale (suina, bovina e avicunicola);
  - definisce i metodi per il controllo degli effetti delle azioni intraprese; in questo ambito, per valutare l'efficacia delle misure previste, è definito uno specifico *programma di controllo* per la periodica verifica della concentrazione dei nitrati nelle acque, in aree omogenee significative, attraverso appositi sistemi di monitoraggio;
  - individua linee di ricerca e sperimentazione per lo sviluppo di modelli di analisi e previsione della genesi e del trasporto dei nitrati nelle acque.
- Nel primo quadriennio successivo alla approvazione del PT A la Regione procede alla revisione delle ZVN delimitate in fase di prima attuazione. La revisione delle ZVN è effettuata attraverso:
    - il completamento e il perfezionamento della metodologia in corso di predisposizione da parte della Regione in coerenza con quanto disposto dall'Allegato 7, parte AII, del DLGS 152/99;
    - la valutazione del grado di applicabilità della metodologia con particolare riferimento ai suoi risvolti sul comparto agrozootechico;
    - la redazione di una nuova *carta regionale della vulnerabilità* in scala 1:250.000, come sviluppato dal prossimo paragrafo.
- Il percorso metodologico della nuova carta di vulnerabilità regionale**
- La Regione Emilia-Romagna ha recentemente istituito un gruppo di lavoro multidisciplinare con l'obiettivo di realizzazione di una nuova

carta regionale della vulnerabilità, come aggiornamento di quella attualmente vigente. La ridefinizione delle aree vulnerabili si è resa necessaria alla luce delle nuove conoscenze sull'acquifero e sulla sua vulnerabilità sviluppate in questi ultimi anni. I lavori del gruppo hanno già portato alla definizione di una metodologia originale, che verrà di seguito brevemente illustrata.

Prendendo anche in considerazione quanto indicato dal DLGS 152/99, i parametri presi in considerazione per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi riguardano le caratteristiche geologiche del sottosuolo, la tipologia dei terreni affioranti al suolo, il clima ed il tipo di ordinamento colturale.

Lo studio stratigrafico del sottosuolo messo a punto con l'elaborazione della carta geologica della pianura emiliano-romagnola, ha permesso di individuare i depositi grossolani di interesse ai fini della vulnerabilità delle acque sotterranee. Si tratta delle ghiaie o sabbie costituenti i principali acquiferi di sottosuolo, o con essi direttamente a contatto. Vengono quindi esclusi dalla valutazione di vulnerabilità i depositi grossolani che formano l'acquifero freatico pellicolare, la dove esso non è in comunicazione con gli acquiferi sottostanti. È stata quindi realizzata una mappa con la profondità delle ghiaie o sabbie così individuate.

La capacità attenuativa del suolo è stata valutata complessivamente, come il risultato di incrocio della tipologia del suolo con le caratteristiche climatiche ed il tipo di ordinamento colturale. La disponibilità di dati pedologici raccolti in un sistema informativo territoriale ha consentito di misurare attraverso una modellazione matematica, quale fosse

il contributo del sistema suolo-clima-coltura alla ricarica degli acquiferi profondi, in termini di millimetri/anno di acqua percolata dal suolo verso gli acquiferi. Visto che a deflussi maggiori corrispondono situazioni di vulnerabilità maggiore, il "contributo del sistema suolo-clima-coltura" alla vulnerabilità degli acquiferi sarà tanto più alto, quanto maggiore è la quantità d'acqua che infiltrandosi può andare ad inquinare gli acquiferi stessi.

Le componenti geologiche e pedologiche (dicasi capacità attenuativa del sistema suolo-clima-coltura) sopra citate costituiscono le fonti informative alla base della nuova carta regionale della vulnerabilità.

#### Bibliografia

Arpa Emilia-Romagna (2004). *Annuario Regionale dei dati Ambientali 2003*.

DLGS 152/99 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati da fonti agricole", supplemento Gazzetta Ufficiale, n. 124, 29 maggio 1999.

Decreto Ministeriale 19 aprile 1999 "Codice di buona pratica agricola".

Regione Emilia-Romagna, *Deliberazione del Consiglio Regionale, n. 570, 11 febbraio 1997*.

Regione Emilia-Romagna - ARPA (2003). *Piano di Tutela delle Acque - Documento preliminare* (<http://www.ermesambiente.it/PianoTutelaAcque/index.htm>).

## I nitrati nelle acque sotterranee della Campania

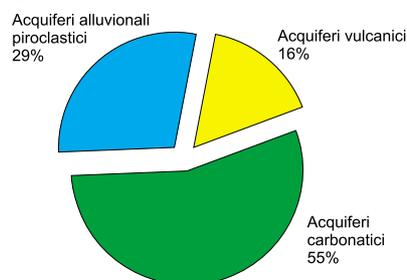
### Nitrates in the groundwater of Campania

Giuseppe Onorati<sup>1</sup>, Maria Luisa Imperatrice<sup>1</sup>, Tommaso Di Meo<sup>2</sup>, Amedeo D'Antonio<sup>3</sup>

#### Introduzione

L'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Campania (ARPAC), istituita con legge regionale 10/98 ed ivi individuata come l'Ente Strumentale della Regione Campania preposto al monitoraggio e al controllo delle matrici ambientali, nel corso del 2002 ha avviato il monitoraggio delle acque sotterranee campane, in ottemperanza alla normativa vigente (DLGS 152/99 e ss. mm. ii.). L'attività di monitoraggio è stata preceduta, come previsto dallo stesso DLGS 152/99, da una fase conoscitiva preliminare, consistita nella ricognizione e nell'analisi di serie storiche di dati non antecedenti il 1996 e rappresentativi di oltre 400 punti d'acqua, raccolti nell'ambito di campagne mirate, talvolta anche con finalità diverse dal monitoraggio, presso i Dipartimenti provinciali dell'ARPAC ed altri Enti. Tale ricognizione ha reso possibile una preliminare caratterizzazione delle acque delle sorgenti e dei pozzi campani, funzionale anche alla configurazione di una prima rete sperimentale per il monitoraggio ed all'ubicazione delle singole stazioni di campionamento. Nella rete sono state incluse 117 stazioni di campionamento in corrispondenza dei corpi idrici sotterranei principali e significativi della regione, ripartiti per tipologia di acquifero come illustrato in figura 1. Le sta-

Figura 1 – Ripartizione delle stazioni di monitoraggio per tipologia di acquifero  
Figure 1 – *Distribution of monitoring stations according typology of aquifer*



zioni della rete sono distribuite fra i territori di pertinenza delle diverse Autorità di Bacino e, come illustrato in figura 2, il 44% dei siti è ubicato nei bacini regionali, il 18% in quelli interregionali e il 38% in quelli nazionali, ma tale ripartizione è da considerarsi solo orientativa, in quanto numerose idrostrutture si estendono oltre gli spartiacque superficiali e interessano il territorio di più Autorità contigue.

#### Il monitoraggio dei corpi idrici sotterranei e la concentrazione dei nitrati nelle acque campane

La campagna semestrale di monitoraggio, effettuata durante l'inverno 2002-2003 presso i 117 punti della rete sperimentale, ha consentito la classificazione qualitativa delle acque sotterranee regionali mediante l'attribuzione

<sup>1</sup> ARPAC  
via Porzio, 5, Isola E5, Palazzo Tempo  
80132 Napoli (Italy)  
tel. +39 081 7782111      g.onorati@arpacampania.it

<sup>2</sup> Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio Task Force  
Ambiente ARPAC  
<sup>3</sup> Regione Campania Assessorato all'Agricoltura Settore  
SIRCA.

## Sommario

Nel 2002 l'ARPAC ha avviato il monitoraggio delle acque sotterranee in ottemperanza alla normativa vigente, preceduto da una fase conoscitiva di ricognizione ed analisi di serie storiche di dati che ha reso possibile una preliminare caratterizzazione delle acque delle sorgenti e dei pozzi campani, funzionale anche alla configurazione della prima rete sperimentale per il monitoraggio.

La campagna semestrale di monitoraggio, effettuata durante l'inverno 2002-2003 presso i 117 punti della rete sperimentale, ha consentito la classificazione qualitativa delle acque sotterranee regionali mediante l'attribuzione dello Stato Chimico (SCA). In molti casi il parametro decisivo nella classificazione è risultato essere la concentrazione di nitrati.

L'analisi dei dati evidenzia una distribuzione areale dell'inquinamento da nitrati nelle acque sotterranee con concentrazioni localmente anche molto elevate. L'evoluzione temporale dei dati mostra aree con tendenza al miglioramento e zone con incrementi annuali anche consistenti o ad andamento complesso.

Le fonti di inquinamento sono di origine antropica. I carichi critici di azoto nutriente nel territorio della Campania, stimati in un precedente progetto ANPA, sono stati messi in relazione con i consumi di fertilizzanti nelle province. Dal confronto con i dati relativi ai sistemi di collettamento e depurazione raccolti dagli Enti d'Ambito risultano non trascurabili gli effetti dei pozzi disperdenti e di pozzi, spesso abusivi, mal condizionati.

Sulla base dei dati analitici prodotti dall'ARPAC la Regione Campania nel febbraio 2003, in ottemperanza alla direttiva 91/676/CEE, ha provveduto ad individuare le zone potenzialmente vulnerabili da nitrati di origine agricola, predisponendo la cartografia, a cui si è pervenuti attraverso un approccio metodologico che ha operato un'integrazione di serie di informazioni disponibili e relative alle trasformazioni

## Summary

In 2002 ARPAC started to monitor the groundwater in Campania in compliance with the legislation in force. This was preceded by a collection and analysis of 1996-2001 data, which allowed a preliminary characterisation of springs and wells in Campania and aided the realisation of the preliminary monitoring network.

The semi-annual monitoring campaign, carried out in winter 2002-2003 at the 117 points of the preliminary network, allowed the classification of the groundwaters by assigning the Chemical Status (SCA).

In many cases the key parameter in the classification is the concentration of nitrates.

The analysis of the data shows a spatial pattern of nitrate contamination in groundwaters with very high localised concentrations. The data time series outline areas with marked annual increase or with a complex trend.

The source of pollution is anthropic. The critical loads of nutrient nitrogen in Campania, estimated in a previous ANPA project, have been related to the use of fertilizers at district level.

A comparison with the data gathered by the Authorities in charge of sewage and depuration systems control, shows that the effects of dispersant and poorly confined wells, often illegally constructed, are not to be underestimated.

On the basis of the analytical data collected by ARPAC, and in compliance with the 91/676/CEE Directive, in February 2003 Campania's Regional Government defined the areas potentially vulnerable to nitrates of agricultural origin. This has been achieved following a methodological approach integrating available information on anthropic transformation and on the characteristics of the physical environment.

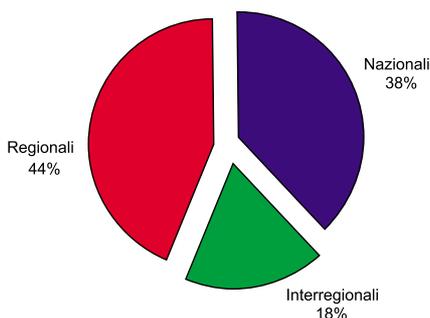
Aiming at giving effective support to the plans of Campania's Regional Government

antropiche ed alle caratteristiche dell'ambiente fisico.

Allo scopo di supportare efficacemente le attività di pianificazione della Regione Campania in materia di tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento l'ARPAC ha curato la progettazione esecutiva del Progetto del "Monitoraggio delle Acque Sotterranee", finanziato con risorse comunitarie nell'ambito del POR 2000-2006, prevedendo nel quadro del potenziamento delle attività di monitoraggio anche l'allestimento di un laboratorio dedicato all'analisi isotopica per l'identificazione delle fonti di inquinamento da nitrati.

for the protection of groundwaters from contamination, ARPAC carried out the executive planning of the Groundwaters Monitoring project, financed with EU funds according to the POR 2000-2006. To strengthen the waters monitoring it was proposed to create a laboratory in which isotope analysis is devoted also to identify the sources of nitrate contamination.

Figura 2 – Ripartizione delle stazioni tra bacini idrografici  
Figure 2 – Stations partition between hydrographic basins

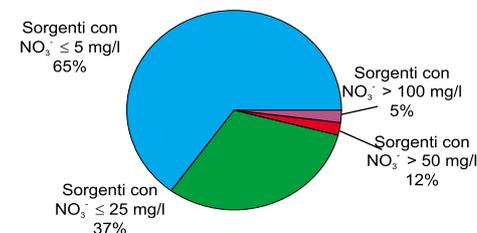
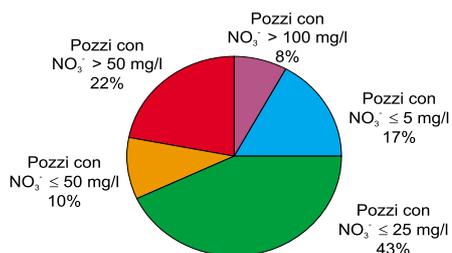
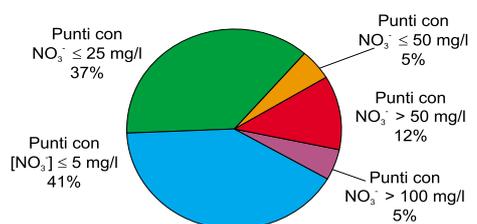


dello Stato Chimico (S.A.S., ai sensi dell'Allegato 1 del DLGS 152/99).

In molti casi il parametro decisivo nella classificazione è risultato essere la concentrazione di nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ), la cui determinazione e riduzione nelle acque interne costituisce ormai una delle priorità nel monitoraggio ambientale degli acquiferi, anche a seguito delle indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Sanità sulla pericolosità per la salute umana di elevati tenori di nitrati (WHO, 1984; 1998) e della specifica direttiva europea 91/676/CEE, recepita nella normativa nazionale.

L'analisi dei dati raccolti dall'ARPAC evidenzia, come illustrato nella figura 3, che la concentrazione di nitrati presenta valori superiori al limite per la Classe 4 (50 mg/l) nel 17% dei

Figura 3 – Distribuzione percentuale dei nitrati nei punti della rete di monitoraggio, con il dettaglio di pozzi e sorgenti  
Figure 3 – Percentage distribution of nitrates in the points of the monitoring network, with the detail of wells and springs



punti d'acqua appartenenti alla rete di monitoraggio, con il 5% di siti con concentrazioni maggiori di 100 mg/l.

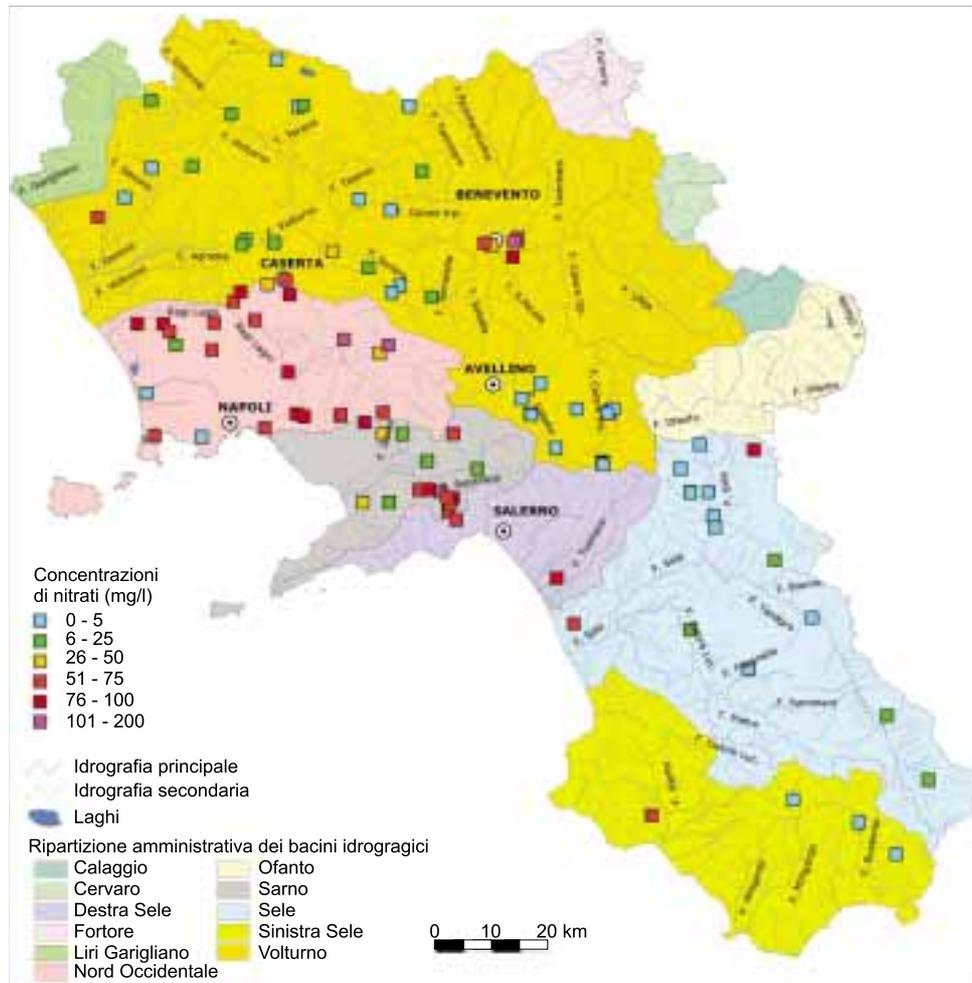
A fronte di una situazione più critica registrata per le acque di pozzo, per le sorgenti nel 65% dei casi si riscontrano valori massimi inferiori a 5 mg/l con il 98% dei punti al di sotto della soglia dei 50 mg/l. Tale discrepanza è da attribuire al fatto che la maggioranza dei pozzi monitorati attinge da falde superficiali ubicate nelle zone di pianura, laddove dalle sorgenti affiorano invece acque provenienti dagli acquiferi profondi dei massicci

carbonatici e che in generale alimentano le reti acquedottistiche.

Sulla base di tutti i dati disponibili è stata elaborata la carta schematica del grado di inquinamento da nitrati delle acque sotterranee campane, riportata in figura 4.

La distribuzione spaziale dell'inquinamento da nitrati delle falde è caratterizzata da valori nettamente diversificati, in relazione alle modalità di circolazione delle acque sotterranee ed alle pressioni antropiche. In generale i valori più bassi, inferiori a 5 mg/l, si registrano in corrispondenza dei massicci carbonatici, nella par-

Figura 4 – Carta delle concentrazioni massime di nitrati nelle acque sotterranee della Campania  
Figure 4 – Map of highest nitrates concentrations in groundwater of Campania



te alta della piana del fiume Sele e nell'intera area del Cilento, con concentrazioni di nitrati localmente elevate solo dove è presente una falda superficiale a bassa soggiacenza ed un uso del suolo ad agricoltura intensiva. Tali concentrazioni si mantengono comunque, salvo casi isolati, sempre al di sotto di 25 mg/l. La bassa valle del Sele presenta invece valori più alti della concentrazione di nitrati, ascrivibili alle acque di una falda superficiale caratterizzata da interscambi laterali con le falde dei massicci carbonatici e, talora, verticali con le falde profonde artesiane, soprattutto verso la costa. La concentrazione in nitrati di quest'ultima è generalmente inferiore a 10 mg/l.

Nell'Irpinia si osservano situazioni puntuali di inquinamento presso alcune sorgenti di modesta portata ubicate nelle aree più interne. Le grandi sorgenti, come la Urciuoli, che drena i grandi massicci carbonatici circostanti e alimenta le reti acquedottistiche, conservano una buona qualità ed un basso tenore dei nitrati.

Relativamente al territorio della provincia di Benevento le aree montane presentano qualità buona, mentre la Piana del fiume Calore Irpino è caratterizzata da valori superiori ai 25 mg/l e da alcuni pozzi con concentrazioni maggiori della CMA.

La situazione appare invece compromessa nelle pianure alluvionali dei fiumi Volturno e Sarno e nel bacino dei Regi Lagni, in misura più accentuata per le falde superficiali rispetto a quelle profonde, alimentate anche per travaso dalle strutture dei massicci carbonatici. I casi di inquinamento più gravi della provincia di Caserta si osservano nel bacino idrografico dei Regi Lagni e nel bacino del basso Volturno.

La situazione rimane critica a valle del Monte Vesuvio, sia nel Sarnese che nell'area di Acerra, dove la concentrazione dei nitrati supera localmente i 200 mg/l. Anche la risorsa idrica da cui attingono i pozzi di Lufrano, che alimentano la rete acquedottistica, presenta livelli acquiferi con tenori di nitrati talora superiori alla CMA.

Nella Piana del fiume Sarno, infine, l'inquinamento è più elevato nella falda superficiale, con valori che spesso superano anche a 100 mg/l, mentre per alcuni pozzi profondi, alimentati dalle strutture idrogeologiche carbonatiche circostanti, la presenza di nitrati è inferiore a 10 mg/l.

L'elaborazione dei dati relativi ad alcuni pozzi ubicati sul versante settentrionale del Vesuvio evidenzia un trend di crescita nel periodo 1991-2003 con incrementi anche di 2-3 mg/l annui e con valori che in molti casi superano i 50 mg/l. È il caso ad esempio dei pozzi profondi 160-180 m di Somma Vesuviana il cui trend temporale è illustrato in figura 5.

Nell'insieme i dati mostrano aree con tendenza al miglioramento (Piana Sele, pozzi ai margini di massicci carbonatici in provincia di Napoli) e zone con incrementi o ad andamento complesso (Piana Campana).

#### **Le fonti dell'inquinamento da nitrati**

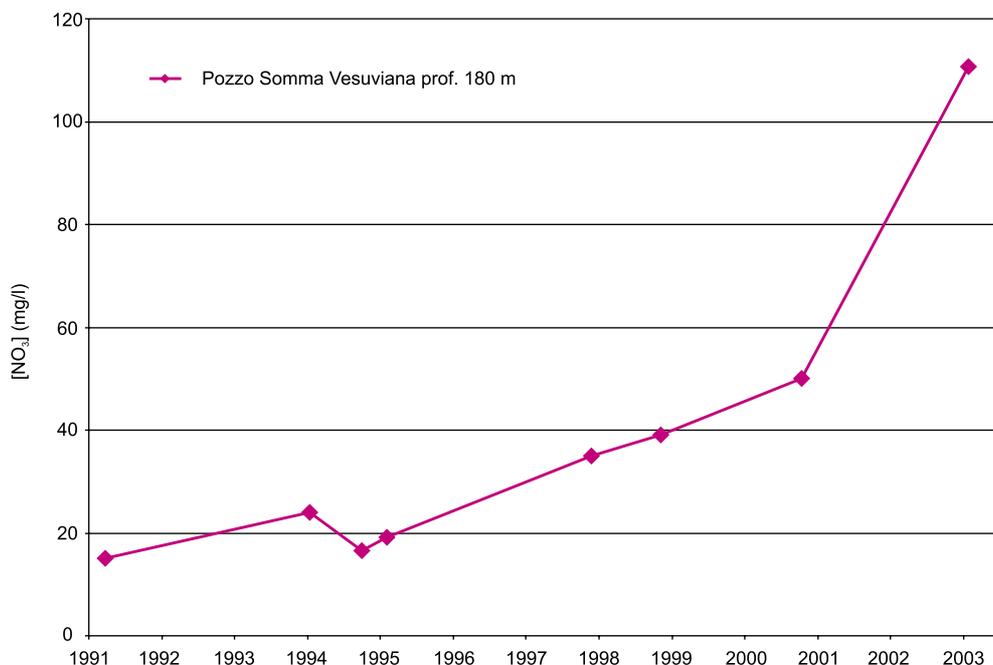
Complessivamente i dati analitici prodotti dall'ARPAC hanno evidenziato la presenza di numerose aree di crisi, con concentrazioni localmente molto elevate di nitrati.

Le fonti di inquinamento sono di origine antropica. I carichi critici nel territorio della Campania sono stati stimati in un progetto nazionale dell'ANPA (Bonanni *et al.*, 2001), seguendo l'approccio del bilancio di massa, codificato dall'agenzia tedesca per l'ambiente (UBA, 1996).

Nel territorio regionale si rileva che la concentrazione di azoto nutriente è critica per valori superiori a 200-500 eq/ha-anno in Piana Campana, 500-1.000 eq/ha-anno nel Cilento e 1.000-2.000 eq/ha-anno nelle zone interne, mentre le deposizioni atmosferiche sono moderatamente eccedenti lungo il versante tirrenico.

L'acquisto di fertilizzanti azotati è più elevato rispetto alla media nazionale, con valori dell'ordine di 600 kg/ha-anno in provincia di Napoli, e il loro uso contribuisce all'inquinamento delle falde. In provincia di Salerno la dimi-

Figura 5 – Trend temporali  $[\text{NO}_3^-]$  nei pozzi del Comune di Somma Vesuviana (NA)  
 Figure 5 – Trend  $[\text{NO}_3^-]$  in the wells of Somma Vesuviana Municipality (NA)



nuzione degli apporti di fertilizzanti azotati del 60% nel periodo 1992-1998 (da 170 a 75 kg/ha-anno) è originata da miglioramenti colturali, fra cui anche l'incremento delle aziende che praticano l'agricoltura biologica da 196 nel 1997 a 599 nel 1999 (Regione Campania, sito internet SESIRC 2002), e trova riscontro nel miglioramento della qualità delle acque nell'ultimo decennio in Piana Sele. I dati del Salernitano, se confermati dal monitoraggio sistematico avviato e dall'aggiornamento dei dati di vendita per il 1999-2001, sarebbero coerenti con recenti risultati FAO, sui positivi effetti dell'agricoltura biologica rispetto all'inquinamento delle falde. L'aumento del consumo di fertilizzanti in provincia di Caserta (pari a quasi il 100% per gli apporti totali di fertilizzanti minerali), favorisce l'inquinamento della falda profonda coerente con l'aumento della concentrazione di nitrati osservato.

Dal paragone con i dati relativi ai sistemi di collettamento e depurazione raccolti dagli Enti d'Ambito, si osserva che, nelle aree fra il fiume

Sarno e i Regi Lagni, con allacciamento della popolazione alle reti fognarie inferiore all'80% e, per alcuni comuni, addirittura al 50%, molti pozzi sono contaminati da nitrati, con concentrazioni variabili nel tempo e localmente molto elevate (>100 mg/l). Non sono quindi probabilmente trascurabili gli effetti dei pozzi disperdenti e di pozzi, spesso abusivi, mal condizionati, il cui numero stimato è dell'ordine di migliaia. In effetti la presenza, per i campioni con elevati tenori di nitrati, di cloruri in concentrazioni anomale (>100 mg/l) potrebbe indicare la contaminazione da reflui come segnalato in letteratura.

Ulteriormente da approfondire sono i carichi inquinanti di azoto nutriente dovuti alla zootecnia.

Nella valutazione delle fonti di inquinamento da non trascurare è il contributo degli interscambi fiumi-falde. Ad esempio il fiume Sarno ha concentrazioni medie di nitrati superiori a 30 mg/l, mentre per altri corsi d'acqua i valori superano i 10 mg/l (fiume Calore Irpino,

Regi Lagni, fiume Savone, canale Torano). La rete di monitoraggio delle acque superficiali attivata dall'ARPAC consente di controllare con continuità lo stato di inquinamento dei corsi d'acqua e permette di valutare l'andamento nel tempo di questa fonte di inquinamento delle falde.

#### **Le azioni di tutela e risanamento della Regione Campania in attuazione della direttiva 91/676/CEE**

Sulla base dei dati analitici prodotti dall'ARPAC, la Regione Campania nel febbraio 2003, in ottemperanza alla direttiva 91/676/CEE, ha provveduto ad individuare le zone potenzialmente vulnerabili da nitrati di origine agricola (DGR 700 del 18 febbraio 2003), predisponendo la cartografia riportata in figura 6.

L'individuazione e la designazione delle zone vulnerabili, definite dalla normativa come "zone del territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati di origine agricola o zootecnica in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali tipi di scarico", è stata realizzata attraverso un'azione concertata tra l'Assessorato all'Agricoltura, l'Assessorato all'Ambiente, le

Autorità di Bacino Nazionali, interregionali e regionali, l'ARPAC e l'Autorità Ambientale. All'individuazione si è pervenuti attraverso un approccio metodologico che, al fine di giungere ad una rappresentazione della vulnerabilità degli acquiferi ai nitrati, ha operato un'integrazione di serie di informazioni disponibili e relative alle trasformazioni antropiche ed alle caratteristiche dell'ambiente fisico, procedendo per livelli successivi di approssimazione.

Inizialmente è stata individuata come strato informativo di base la prima approssimazione della carta pedologica regionale, in scala 1:100.000 (tecnicamente definita dei "sottosistemi pedologici"). Da questa carta, secondo le logiche dei sistemi di valutazione delle terre proposti dalla FAO (1976-1983), è stata derivata la Carta della capacità di attenuazione dei suoli che costituisce la base su cui è stata costruita la prima delimitazione delle zone vulnerabili.

La sovrapposizione di questa delimitazione con i dati clivometrici e dell'uso del suolo disponibili, ha permesso di produrre una successiva delimitazione delle "zone vulnerabili", che esclude quelle porzioni di territorio nelle quali sicuramente non sussistono le condizioni per un inquinamento da nitrati di origine agricola.

Le "zone vulnerabili" così individuate, tenuto conto del principio generale di prevenzione e precauzione, con particolare riferimento all'art. 174 del vigente Trattato dell'Unione Europea (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea n. C 340 del 10 gennaio 1997), e con riferimento al decreto Ministero Ambiente 18 settembre 2002 avente ad oggetto: "Modalità di informazione sullo stato delle Acque", sono state confermate o ampliate in funzione di dati informativi di maggiore dettaglio messi a disposizione dalle Autorità di Bacino interessate e dall'ARPAC. Relativamente alle zone vulnerabili, è stato definito un Programma di Azione per la tutela ed il risanamento delle acque dall'inquinamento

Figura 6 - Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (art. 19 e All. VII del DLGS n. 152/99)  
Figure 6 - Zones of vulnerability to nitrates from agricultural origin (art. 19 and All. VII of DLGS n. 152/99)



causato dai nitrati di origine agricola, che disciplina tempi e modalità di applicazione di fertilizzanti ed effluenti, conformemente alle prescrizioni del Codice di Buona Pratica Agricola.

#### **Gli sviluppi delle attività di monitoraggio dell'ARPAC in relazione all'inquinamento da nitrati**

In prospettiva, allo scopo di supportare con sempre maggiore efficacia le attività di pianificazione della Regione Campania in materia di tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento ed anche al fine di garantire una corretta revisione ed un completamento delle designazioni delle zone vulnerabili effettuate, sarebbe auspicabile, per discriminare in maniera quantitativa gli apporti di nitrati da diverse fonti di contaminazione, tentare dei bilanci di massa per singolo acquifero, anche tramite la modellistica dei suoli, e valutare, con tecniche isotopiche, l'origine dei nitrati. Propedeutico a quest'approccio è lo studio approfondito dell'assetto idrogeologico dei siti monitorati, al fine di distinguere fra effetti locali e regionali e raccogliere dati di concentrazione da nitrati univocamente riferiti ad acquiferi di cui si conoscono i principali parametri idrodinamici.

Anche nell'intento di perseguire questi obiettivi l'ARPAC ha curato la progettazione esecutiva del Progetto del "Monitoraggio delle Acque Sotterranee", finanziato con risorse comunitarie nell'ambito del Programma Operativo Regionale 2000-2006 – Misura 1.1 Sistema Regionale di Monitoraggio Ambientale. Tale Progetto nel quadro del potenziamento delle attività di campionamento ed analisi dei Dipartimenti provinciali dell'Agenzia prevede, accanto all'incremento delle stazioni di monitoraggio discreto (da 117 a 224 punti) e all'implementazione di una rete di 40 stazioni di monitoraggio automatico in continuo distribuite sull'intero territorio regionale in corrispondenza degli acquiferi significativi, con l'impiego di sonde multiparametriche dotate di sensori specifici per la misura del

tenore dei nitrati, anche l'acquisizione di strumentazione analitica di laboratorio e da campo ed in particolare è previsto l'allestimento di un laboratorio espressamente dedicato alle applicazioni dell'analisi isotopica all'idrologia che consentiranno di definire in maniera più corretta l'attribuzione della presenza dei nitrati nelle acque sotterranee alla fonte di inquinamento.

#### **Bibliografia**

- Alifracco G, Chiari R., Dellantonio B., Pessina V. (2001). *Progetto "emergenza nitrati" nel parmense*. Quaderni di Arpa, *Atti del convegno del 5 ottobre 2000, Piacenza*. A cura di E. Russo, A. Zavatti, Bologna.
- Amministrazione Provinciale di Napoli - Settore Ambiente (1992). *Studio sulle acque di pozzo della provincia di Napoli*. Quaderno n. 165 della Fondazione Politecnica per il Mezzogiorno d'Italia. Editrice CUEN, Napoli.
- ANPA (2001). *Linee guida per la redazione e l'uso delle carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento*. Manuali e linee guida 4, 100 pp., Roma.
- Aquino S., Esposito V., Aquino A.M., Fabbrocino S. (2001). *Idrogeologia del massiccio carbonatico del Terminio-Tuoro (Campania)*. Consorzio Alto Casolare, 94 pp., Avellino.
- ARPA Emilia-Romagna (2001), *Atti del convegno del 5 ottobre 2000, Piacenza*. Quaderni di ARPA. A cura di E. Russo, A. Zavatti, 152-159, Bologna.
- ARPA Emilia Romagna (2001). *Nitrati, acqua e suolo da salvaguardare - prevenzione dell'inquinamento dei sistemi idrogeologici*. Quaderni di ARPA, *Atti del convegno del 5 ottobre 2000, Piacenza*. A cura di E. Russo, A. Zavatti, 152-159, Bologna.
- ARPA Emilia Romagna (2000). *La rete regionale di monitoraggio delle acque sotterranee* (sito web: [www.arpa.emr.it/acquarer/index.htm](http://www.arpa.emr.it/acquarer/index.htm)).

- ARPA Veneto (2002). *Acqua sotterranea nel Veneto* (sito web: [www.arpa.veneto.it/acque/interne/sotterranee.htm](http://www.arpa.veneto.it/acque/interne/sotterranee.htm)).
- Bencini A., Gargini A., Pranzini G. (1993). *Relazione fra qualità delle acque di sottosuolo vulnerabilità delle falde ed ubicazione dei centri di pericolo nel bacino Firenze-Pistoia*. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale. Atti II Congresso Internazionale di Geoidrologia. A cura di A. Aureli. 261-286, Bologna.
- Bonanni P., Brini S., Buffoni A., Stella G., Vialeto G. (2001). *Acidificazione ed eutrofizzazione da deposizioni atmosferiche: le mappe nazionali dei carichi critici*. ANPA II Conferenza Nazionale SANET Serie Stato dell'Ambiente, 14. 184 pp., Roma.
- Budetta P., Celico P., Corniello A., De Riso R., Ducci D., Nicotera P. (1994). *Carta idrogeologica della Campania 1/200.000. Memoria illustrativa. IV Convegno Internazionale di Geoingegneria "Difesa e valorizzazione del suolo e degli acquiferi", 10-11 marzo 1994, Torino*.
- Celico P., Esposito L., Guadagno F.M. (1997). *Sulla qualità delle acque sotterranee nell'acquifero del settore orientale della Piana Campana*. Geologia Tecnica & Ambientale, 4/97, Roma.
- Chahoud A. (2001) *I nitrati nelle acque sotterranee in Emilia Romagna*. Quaderni di ARPA, Atti del convegno del 5 ottobre 2000, Piacenza. A cura di E. Russo, A. Zavatti, 83-92. Bologna.
- Chettri M., Smith G.D. (1995) *Nitrate Pollution in Groundwater in Selected Districts of Nepal*. Hydrogeology Journal. Volume 3, Issue 1, 71-76, Berlin.
- Cicconi GB., Giuliano G. (1990) *Un'indagine sui casi di inquinamento delle acque sotterranee ad uso idropotabile. Primi risultati*. Atti I Convegno Nazionale sulla Protezione e Gestione delle acque sotterranee, 20-22 settembre 1990, 323-339, Modena.
- Corniello A., De Riso R., Ducci D. (1990). *Idrogeologia e idrogeochimica della Piana Campana*. Mem.Soc.Geol.It., 45, 351-360, Roma.
- Corniello A., Ducci D., Napolitano P. (1995). *Piana del medio corso del fiume Volturno (Campania): carta della qualità delle acque sotterranee*. Quaderni di Geologia Applicata suppl. 3, 499-505, Bologna.
- Delin G.N., Landon M.K. (2002) *Effects of topography on the transport of agricultural chemicals to groundwater in a sand-plain setting*. Hydrogeology Journal. Berlin.
- Di Gennaro A., Terribile F. (1999). *I suoli della provincia di Napoli*. Camera di Commercio e Artigianato di Napoli - GEPROT ER63 pp. con carta in scala 1:75.000, Napoli.
- European Commission (1998). *The implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources*. Report of the Commission to the Council and European Parliament. L- 2985 Luxembourg.
- European Environment Agency (1991). *Inland Waters Topic Report 4*, Copenhagen.
- European Environment Agency (1999). *Groundwater quality and quantity in Europe*. 1-123, Copenhagen.
- European Environment Agency (2001). *Environmental signals 2001*, Copenhagen.
- FAO, 2000. *Twenty Second FAO Regional Conference for Europe, Porto, Portugal, 24-28 July 2000, Agenda Item 10.1, Food Safety and Quality as Affected by Organic Farming* (available for download at [www.fao.org/organicag/frame2-e.htm](http://www.fao.org/organicag/frame2-e.htm)).
- Jacks G., Sharma V.P. (1983). *Nitrogen circulation and nitrate in ground water in an agricultural catchment in southern India*. Environmental Geology, 5(2): 61-64.
- Longinelli A. (2001). *Le tecniche isotopiche nello studio dell'inquinamento da nitrati*. Quaderni di ARPA, Atti del convegno del 5 ottobre 2000, Piacenza. A cura di E. Russo, A. Zavatti, 143-150, Bologna.
- Giaquinto S., Marchetti G., Martinelli A.,

- Martini E. (1991). *Le acque sotterranee in Umbria*. Editrice Protagon, Perugia.
- Giuliano G., Marchetti G., Martinelli A., Frondini F., Peruzzi L. (1999). *Nuove procedure operative e strumentali sulla rete di monitoraggio delle acque sotterranee in Umbria. Atti 3° Convegno Nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee. Parma 13-15 ottobre 1999*. Pubbl. n. 1985 GNDC-CNR. Quaderni di geologia applicata, Pitagora Editrice, Bologna.
- Mueller D.K., Hamilton P.A., Helsel D.R., Hitt K. J., Ruddy B.C. (1995). *Nutrients in Ground Water and Surface Water of the United States - An Analysis of Data Through 1992*. U.S. Geological Survey Water Resources Investigations Report 95-4031, 1995.
- Nolan B.T., Ruddy B.C., Hitt K. J., Helsel D.R. (1998). *A National Look At Nitrate Contamination Of Ground Water. Water Conditioning and Purification*, Volume 39, 76-79.
- Pacheco J.A., Cabrera A.S. (1997). *Groundwater Contamination by Nitrates in the Yucatan Peninsula, Mexico*. Hydrogeology Journal, Volume 5, Issue 2, 47-53, Berlin.
- Padovani L., Trevisan M. (2002). *I nitrati di origine agricola nelle acque sotterranee*. Quaderni di tecniche di protezione ambientale 75. Pitagora Editrice, XV, 103 pp., Bologna.
- Rivers C. N., Barrett M.H., Hiscock K. M., Dennis P.F., Feast N.A., Lerner D.N. (1996). *Use of Nitrogen Isotopes to Identify Nitrogen Contamination of the Sherwood Sandstone Aquifer Beneath the City of Nottingham*. United Kingdom. Hydrogeology Journal, Volume 4, Issue 1, 90-102, Berlin.
- Smith G.D., Robbert Wetselaar J., Fox J., van de Graaff R.H.M., Doeljachman Moeljohardjo Sarwono, J., Wiranto, SriRahajoe Asj'ari, Tjojudo S., Basuki (1999). *The origin and distribution of nitrate in groundwater from village wells in Kotagede, Yogyakarta*. Indonesia. Hydrogeology Journal, Volume 7, Issue 6, 0576-0589, Berlin.
- Tulipano L., Fidelibus M.D. (1995). *Metodologie per la valutazione degli effetti di rilascio da reflui urbani sulla distribuzione dei nitrati nelle acque sotterranee delle unità idrogeologiche Murgia e Salento (Italia Meridionale)*. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale Atti II Congresso Internazionale di Geoidrologia. A cura di A. Aureli. 167-196, Bologna.
- UBA (1996). *Manual on Methodologies and Criteria for Mapping Critical Levels/Loads and geographical areas where they are exceeded*. UmweltBundesamt-Texte, 71/96, Berlin.
- UNEP (1999). *Global Environment Outlook 2000. Chapter Two: The State of the Environment GEO team Division of Environmental Information*. Assessment and Early Warning, Nairobi.
- US-EPA (1987). *Estimated national occurrence and exposure to nitrate and nitrite in public drinking water supplies*. Washington, DC US Environmental Protection Agency, Office of Drinking Water.
- US-EPA (1987). *National Water Quality Inventory. 1986*. Report to Congress. EA-440/4-87-008. Office of Water, Washington, DC
- Vitousek O.M., Mooney H.A., Lubchenco J., Melillo J.M. (1997). *Human domination of earth's ecosystems*. Science 277: 494-499.
- World Health Organization (1984). *Guidelines for drinking-water quality in Health criteria and other supporting information*. Volume 2, 336 pp. Geneva.
- World Health Organization, 1998. *Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed.* Addendum to Vol. 2. *Health criteria and other supporting information*. 64-80, Geneva.
- Zavatti A., 2001. *I nitrati: un contaminante ubiquitario nelle acque*. Quaderni di ARPA, Atti del convegno del 5 ottobre 2000, Piacenza. A cura di E. Russo, A. Zavatti, 12-18, Bologna.

## **L'impatto ambientale dei reflui zootecnici sulla qualità del suolo**

### ***Environmental impact of zotechnical waste on soil quality***

Nicolò Di Blasi, Maria Antonietta Delicato, Gianluca Fabrizio, Chiara Piccini

#### **Introduzione**

L'utilizzo di acque reflue (civili ed industriali) in irrigazione, mentre da un lato può essere visto come un ritorno al terreno stesso delle sostanze fertilizzanti in esse contenute (N, P, K, sostanze organiche), dal punto di vista dell'influenza sulle caratteristiche fisiche ed idropedologiche dei terreni deve essere considerato come un apporto al terreno di composti salati con presenza di sostanze organiche diverse, di sostanze solide di grandi e piccole dimensioni, dispersioni colloidali e metalli, di materie organiche fermentescibili, di corpi batterici che hanno degradato le materie organiche disciolte o in sospensione, di residui del metabolismo di questi organismi, di microrganismi patogeni e non.

La ricerca e la sperimentazione fino ad ora effettuate hanno privilegiato l'aspetto nutritivo ed il rischio di inquinamento sia sanitario che da metalli pesanti.

Al momento l'usuale indagine analitica sulle acque non è sufficientemente orientata verso la determinazione delle caratteristiche che condizionano le proprietà fisiche ed idropedologiche dei terreni.

Poiché è abbastanza complesso fornire indicazioni precise circa gli effetti che la distribuzione dell'acqua reflua ha sulle caratteristiche fisiche ed idropedologiche dei suoli, in quanto

questi presentano caratteristiche disomogenee da sito a sito, alla luce della variegata conformazione climatica e pedologica del territorio italiano la ricerca nell'ambito del progetto "Ottimizzazione a fini irrigui delle qualità delle acque reflue per la salvaguardia della risorsa suolo e per l'utilizzo plurimo della risorsa acqua" (Impiego del Fondo speciale per lo sviluppo della ricerca di interesse strategico, art. 51, comma 9, del 27 dicembre 1997, n. 449, anno 1999, DM 10/5/2000 - Risorse Idriche - Cofinanziamento MUR-MIPAF) ha inteso fornire delle indicazioni preliminari sugli effetti provocati sui suoli dall'uso irriguo delle acque reflue depurate di origine zootecnica.

#### **Materiali e metodi**

L'UO ARPA Umbria in collaborazione con la CODEP Soc. Coop. a r.l. in località Passaggio di Bettona (PG) ha allestito un campo sperimentale coltivato a mais da insilato classe 600 ed irrigato con reflui suini depurati. Tale campo è stato suddiviso in due parcelle di circa 300 m<sup>2</sup>; la parcella AR1 (tesi) è stata irrigata utilizzando le acque reflue del depuratore CODEP, mentre la parcella AR2 (testimone) è stata irrigata con acqua di pozzo. La parcella AR2 è stata concimata utilizzando 244 kg ha<sup>-1</sup> di azoto e 180 kg ha<sup>-1</sup> di fosforo, mentre la parcella AR1 non ha subito alcuna concimazione.

---

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
via della Navicella, 2-4  
00184 Roma (Italy)  
tel. +39 06 7002538      nutridirca@isnp.it

*Gli Autori, che hanno collaborato in parti uguali alla ricerca, ringraziano il dott. Girolamo Mecella, referente del progetto e responsabile dell'UO ISNP, e la dott.ssa Patrizia Scandella per l'impostazione della ricerca e la revisione critica del testo.*

### Sommario

L'utilizzo di acque reflue in irrigazione apporta al terreno sostanze fertilizzanti, ma anche composti salati e sostanze di diversa natura. La ricerca nell'ambito del progetto "Ottimizzazione a fini irrigui delle qualità delle acque reflue per la salvaguardia della risorsa suolo e per l'utilizzo plurimo della risorsa acqua" ha inteso fornire delle indicazioni sugli effetti provocati sui suoli dall'uso irriguo delle acque reflue depurate di origine zootecnica. In località Passaggio di Bettona (PG) è stato allestito un campo sperimentale coltivato a mais da insilato: tale campo è stato suddiviso in due parcelle, la prima irrigata utilizzando reflui suini depurati, la seconda irrigata con acqua di pozzo. Per tutto il periodo irriguo sono stati somministrati, per un totale di sette irrigazioni, circa 220 mm di acqua/refluo, mentre gli apporti meteorici, durante lo stesso periodo, sono stati pari a 67 mm.

Al fine di verificare gli impatti sul suolo degli interventi irrigui è stata effettuata, all'inizio della sperimentazione, la caratterizzazione dei suoli tramite rilevamento di 5 profili per ogni parcella e, dopo la coltura, il prelevamento dell'orizzonte arabile negli stessi siti dei profili. È stato inoltre effettuato un monitoraggio della qualità delle acque utilizzate per l'irrigazione, a partire dall'inizio del periodo irriguo.

Dall'esame dei risultati si evidenzia che l'acqua di pozzo presenta caratteristiche ottimali per un'acqua irrigua, mentre l'acqua reflua depurata presenta una conducibilità elettrica notevole e particolarmente elevato risulta il contenuto in azoto sotto forma ammoniacale.

I contenuti in metalli pesanti risultano sempre al di sopra dei limiti ammessi per l'utilizzo irriguo delle acque reflue, particolarmente elevata risulta la presenza del rame. Nei suoli, dopo la stagione irrigua, si evidenzia un incremento della conducibilità elettrica del suolo e una variazione della com-

### Summary

Using waste water for irrigation brings to the soil fertilizing substances, but also saline compounds and various other materials. Research within the project named "Optimization of waste water quality for irrigation, for soil resource protection and water resource multi-use" was aimed at giving information about the effects on soils of irrigation with depurated waste water of zootechnical origin.

An experimental field was prepared in Passaggio di Bettona (Perugia, Central Italy), cultivated with maize. The field was subdivided into two plots, the first irrigated with depurated swine waste water and the other irrigated with well water. During the irrigation period 220 mm of water/waste water were added to the soil in 7 steps; during the same period 67 mm of rain fell. Before the irrigation season soil characterization was performed in 5 sections, and afterwards irrigation analyses of the arable layer at the same sites were carried out. Moreover, waste water quality was monitored.

Results underline that, while well water is very good for irrigation, depurated waste water shows high levels of electrical conductivity and ammoniacal nitrogen content. Contents in heavy metals are always higher than the maximum allowed values for irrigation, particularly in the case of copper. Surveyed soils have a well balanced texture, very stable clotted structure, quite good permeability, moderately alkaline reaction as pH, well balanced exchangeable complex, and have no excess soluble salts.

After the irrigation period we can notice an increase of electrical conductivity into the soil, and a variation in the exchangeable complex composition – the potassium content increases while the magnesium decreases. Of the heavy metals, only the

posizione del complesso di scambio con aumento del potassio a scapito del magnesio. Il contenuto in metalli pesanti totali dopo la stagione irrigua presenta differenze significative solo per la parcella irrigata con il refluo e limitatamente al rame.

Durante il primo anno di sperimentazione l'irrigazione con acque reflue zootecniche depurate non ha comportato variazioni significative sulle caratteristiche chimico-fisico-idropedologiche dei terreni. Per un corretto giudizio sull'influenza che l'utilizzo irriguo di acque reflue zootecniche depurate ha sul terreno e in definitiva sull'ambiente è comunque necessaria una sperimentazione pluriennale.

copper in the plot irrigated with waste water increases significantly. Therefore, during the first year of the experiment using zootechnical waste water did not bring about significant changes in physical, chemical and hydro-pedological characteristics of soils. A longer experiment, lasting several years, would however be necessary in order to draw more definite conclusions.

L'irrigazione è stata effettuata con ala piovana di 34 m di apertura con un sistema di apporto delle acque direttamente a livello del suolo, evitando quindi ogni contatto delle acque con la vegetazione. Per tutto il periodo irriguo l'ARPA Umbria ha somministrato, per un totale di sette irrigazioni, circa 220 mm di acqua/refluo, mentre gli apporti meteorici, durante lo stesso periodo, sono stati pari a 67 mm.

Al fine di verificare gli impatti sul suolo degli interventi irrigui, l'UO ISNP "Effetti sul suolo dell'irrigazione con acque reflue" ha effettuato, all'inizio della sperimentazione, la caratterizzazione dei suoli con il rilevamento di n. 5 profili per ogni parcella e, dopo la coltura, il prelevamento dell'orizzonte arabile negli stessi siti dei profili.

Su tutti i campioni di suolo prelevati sono state eseguite, secondo le metodologie ufficiali, le seguenti determinazioni chimico-fisico-idropedologiche: granulometria e tessitura, calcare totale ed attivo, conducibilità idraulica su campione disturbato, curva di ritenzione idrica, reazione in pH, conducibilità elettrica dell'estratto saturo (EC<sub>e</sub>), capacità di scambio cationico e cationi di scambio, elementi della fertilità (N totale, P assimilabile, C organico) e, limitatamente allo strato arabile,

contenuto in metalli pesanti o elementi indesiderati totali (C<sub>o</sub>, C<sub>r</sub>, C<sub>u</sub>, Mn, Ni, Pb, Zn).

È stato inoltre effettuato un monitoraggio con frequenza settimanale delle acque utilizzate per l'irrigazione, a partire dall'inizio del periodo irriguo, mediante determinazione chimica sia delle acque di pozzo che delle acque effluenti dagli impianti di trattamento delle acque reflue. Sono state effettuate le seguenti determinazioni: pH, EC<sub>w</sub>, cationi ed anioni solubili, metalli pesanti ed elementi indesiderati (C<sub>o</sub>, C<sub>r</sub>, C<sub>u</sub>, Mn, Ni, Pb, Zn), azoto totale, azoto solubile (N-NH<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub>), fosforo solubile.

#### **Risultati e discussione**

Per quanto riguarda la qualità delle acque utilizzate in irrigazione, dall'esame dei risultati esposti nella tabella 1 si evidenzia che l'acqua di pozzo presenta caratteristiche ottimali per una acqua irrigua. È di reazione neutra, con conducibilità elettrica bassa e lo ione calcio prevalente sugli altri cationi solubili; è praticamente priva di metalli pesanti e i contenuti in azoto solubile risultano di lieve entità. L'acqua reflua depurata presenta una conducibilità elettrica notevole, un contenuto in cationi solubili pari 25,3 meq L<sup>-1</sup> con netta prevalenza del potassio solubile. Parti-

Tabella 1 – Caratteristiche delle acque irrigue  
 Table 1 – Characteristics of irrigation water

		Acqua pozzo		Acqua reflua	
		Media	D.S.	Media	D.S.
ECw	$\mu\text{S cm}^{-1}$	487	290	5077	3897
pH		7,25	0,22	8,42	0,10
Ca <sup>++</sup>	$\text{meq L}^{-1}$	6,98	3,02	2,61	2,25
Mg <sup>++</sup>	$\text{meq L}^{-1}$	1,80	0,51	1,32	0,43
Na <sup>+</sup>	$\text{meq L}^{-1}$	0,86	0,36	8,43	6,17
K <sup>+</sup>	$\text{meq L}^{-1}$	0,04	0,04	13,04	12,35
CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	$\text{meq L}^{-1}$	0,59	0,68	12,31	6,72
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$\text{meq L}^{-1}$	3,92	1,98	45,33	37,92
Cl <sup>-</sup>	$\text{meq L}^{-1}$	0,88	0,28	14,18	9,12
N-NH <sub>4</sub>	$\text{mg L}^{-1}$	0,79	0,99	1.243,00	388,00
N-NO <sub>3</sub>	$\text{mg L}^{-1}$	2,82	1,65	55,91	24,86
N-NO <sub>2</sub>	$\text{mg L}^{-1}$	0,02	0,03	0,06	0,09
P	$\text{mg L}^{-1}$	0,01	0,02	9,60	7,87
Co	$\text{mg L}^{-1}$	ass		0,04	0,05
Cr	$\text{mg L}^{-1}$	0,06	0,13	0,54	0,51
Cu	$\text{mg L}^{-1}$	ass		15,32	20,31
Mn	$\text{mg L}^{-1}$	0,01	0,02	1,27	0,83
Ni	$\text{mg L}^{-1}$	0,04	0,09	0,40	0,25
Pb	$\text{mg L}^{-1}$	ass		0,20	0,21
Zn	$\text{mg L}^{-1}$	0,04	0,06	4,87	2,89
SAR		0,40		6,00	

colarmente elevato risulta il contenuto in azoto sotto forma ammoniacale. I contenuti in metalli pesanti risultano sempre al di sopra dei limiti ammessi per l'utilizzo irriguo delle acque reflue, particolarmente elevata risulta la presenza del rame.

Per quanto riguarda le caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli all'inizio della sperimentazione (tabb. 2 e 3), queste presentano valori abbastanza uniformi sia all'interno della parcella che tra le parcelle. Sono terreni a tessitura equilibrata con abbondante quantitativo della frazione limosa calcarea, con struttura grumosa molto stabile, di discreta permeabilità, di reazione subalcalina, con un complesso di scambio equilibrato nei cationi alcalini ed alcalino-terrosi e privi di sali solubili in eccesso. Relativamente ai metalli pesanti totali estraibili in acqua regia i valori trovati rientrano nella media dei terreni agrari (tab. 5). Le determinazioni eseguite dopo la stagione irrigua (tab. 4) evidenziano un incremento della conducibilità elettrica del suolo, una variazione della composizione del compless-

so di scambio con aumento del potassio a scapito del magnesio, mentre invariata rimane la percentuale di sodio presente.

Il contenuto in metalli pesanti totali dopo la stagione irrigua (tab. 5) presenta differenze significative solo per la parcella AR1 e limitatamente al rame (come verificato tramite test T per campioni appaiati).

Non si evidenziano variazioni significative per le altre caratteristiche chimiche del suolo.

L'irrigazione con acque reflue ad elevati contenuti di materiali solidi in sospensione causa un naturale intasamento dei pori che, oltre ad avere un'azione diretta sulla velocità di infiltrazione dell'acqua, influenza la curva di ritenzione idrica, riducendo la quantità di acqua disponibile per le colture. Nel caso in studio tali modificazioni non sono state evidenziate in modo significativo sia perché la sperimentazione è limitata ad una sola stagione irrigua, sia perché gli effetti negativi dovuti alla somministrazione di materiali fini sono stati attenuati dalla buona stabilità della struttura presente nei suoli.

Tabella 2 – Caratteristiche chimico-fisico-idropedologiche dei suoli prima della stagione irrigua (tesi AR1)  
 Table 2 – Chemical, physical and hydropedological characteristics of soils before irrigation (AR1)

Profondità orizzonte (cm)	Tessitura	Curva di ritenzione idrica (pF % p.s.)			
		2,0	2,5	3,0	4,2
<b>Profilo 1</b>					
0-40	F L	30,4	24,4	20,4	12,8
40-65	F L	34,2	27,4	23,9	14,9
65-100	F L	37,2	29,8	25,9	17,6
100-150	F L	35,1	27,3	23,8	14,0
<b>Profilo 2</b>					
0-40	F L	31,6	24,0	21,1	13,0
40-65	F L	31,8	25,1	21,7	14,2
65-100	F L	36,0	29,6	25,5	17,1
100-155	F L	37,5	30,5	26,9	18,4
<b>Profilo 3</b>					
0-40	F L	31,4	25,9	22,8	13,8
40-65	F L	32,8	26,4	22,5	13,6
65-100	F L	35,2	29,3	24,6	14,9
100-155	F L	36,2	29,7	25,7	14,9
<b>Profilo 4</b>					
0-40	F L	30,8	25,2	19,7	13,8
40-65	F L	30,8	23,9	18,7	12,4
65-100	F L	30,9	24,1	19,6	12,8
100-160	F L	30,1	23,8	20,4	14,4
<b>Profilo 5</b>					
0-40	F L	30,2	24,8	20,0	12,2
40-65	F L	29,8	23,8	18,6	13,6
65-100	F L	30,3	23,8	19,7	11,6
100-150	F L	31,0	25,3	19,7	12,9

(segue)

Tabella 3 – Caratteristiche fisico-chimico-idropedologiche medie dei suoli prima della stagione irrigua (tesi AR2)  
 Table 3 – Average chemical, physical and hydropedological characteristics of soils before irrigation (AR2)

Profondità orizzonte (cm)		0-40	40-65	65-100	100-155
Granulometria					
Sabbia grossa	% p.s.	2	2	1	1
Sabbia fine	% p.s.	16	18	3	2
Limo grosso	% p.s.	27	32	29	27
Limo fine	% p.s.	31	25	41	44
Argilla	% p.s.	24	23	26	26
Tessitura		FL	FL	FL	FL
Curva di ritenzione idrica					
pF 2,0	% p.s.	30,3	31,7	37,1	37,1
pF 2,5	% p.s.	24,1	24,1	30,2	24,5
pF 3,0	% p.s.	20,0	19,3	24,9	25,7
pF 4,2	% p.s.	12,1	11,8	15,8	15,4
Massa volumica apparente		1,43	1,45	1,34	1,37
Conducibilità idraulica	7	8	8	3	5
E <sub>Ce</sub>	0,99	1,03	1,06	1,14	1,56
Calcare totale	30,0	31,2	33,2	31,3	29,2
Calcare attivo	10,2	10,1	11,9	12,1	13,1
pH (1:2,5)	8,2	8,1	8,0	8,0	8,1
Complesso di scambio					
CSC	meq 100g <sup>-1</sup>	10,46	12,26	15,45	11,29
Na <sup>+</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	0,26	0,26	0,37	0,37
K <sup>+</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	0,57	0,55	0,57	0,60
Ca <sup>++</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	8,78	10,68	13,67	9,47
Mg <sup>++</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	0,85	0,77	0,84	0,85
H <sup>+</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00
Na <sup>+</sup>	%	2	2	2	3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg kg <sup>-1</sup>	45	51	1	1
N totale	%	0,4	1,1	0,9	0,4
C organico	%	0,8	0,9	0,6	0,3

Tabella 4 – Caratteristiche fisico-chimico-idropedologiche medie dei suoli dopo la stagione irrigua  
 Table 4 – Average chemical, physical and hydropedological characteristics of soils after irrigation

Parcella		AR1	AR2
Granulometria			
Sabbia grossa	% p.s.	3	3
Sabbia fine	% p.s.	25	21
Limo grosso	% p.s.	34	28
Limo fine	% p.s.	21	29
Argilla	% p.s.	17	19
Tessitura		FL	FL
pF 2,0	% p.s.	30,8	31,3
pF 2,5	% p.s.	22,5	22,8
pF 3,0	% p.s.	19,5	20,5
pF 4,2	% p.s.	11,8	11,5
Massa volumica apparente		1,44	1,39
Conducibilità idraulica	mm h <sup>-1</sup>	7	12
ECe	mS cm <sup>-1</sup>	5,33	0,76
Calcare totale	%	32,6	32,6
Calcare attivo	%	8,6	8,7
pH (1:2,5)		7,8	8,3
Complesso di scambio			
CSC	meq 100g <sup>-1</sup>	12,84	14,74
Na <sup>+</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	0,08	0,20
K <sup>+</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	0,61	0,38
Ca <sup>++</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	11,74	12,51
Mg <sup>++</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	0,41	1,66
H <sup>+</sup>	meq 100g <sup>-1</sup>	0,00	0,00
Na <sup>+</sup>	%	1	1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg kg <sup>-1</sup>	40	111
N totale	%	1,5	1,5
C organico	%	1,0	1,0

Tabella 5 – Contenuto in metalli pesanti  
 Table 5 – Heavy metals contents

	Pre irrigazione		Post irrigazione	
	AR1	AR2	AR1	AR2
Co				
Media	11,6	11,4	12,2	12
Ds	0,9	0,9	1,3	0
Cr				
Media	63	63,8	65,6	71,8
Ds	4,1	5,5	8,9	9,3
Cu				
Media	31,4	48,6	38,6*	47,0
Ds	11,1	18,7	14,7	18,2
Mn				
Media	667	662,6	655,4	669,2
Ds	44,9	48,3	33,9	16,4
Ni				
Media	49,6	44,2	45,2	45
Ds	10,4	3,5	5,9	2,6
Pb				
Media	13,2	13,6	13,8	14
Ds	0,4	1,1	0,8	1,2
Zn				
Media	65,8	68,4	69,4	74,2
Ds	2,3	5,2	8,9	7,6

\* incremento significativo (Test T per campioni appaiati).

### Conclusioni

L'analisi dei risultati ottenuti nel primo anno di sperimentazione evidenzia che l'irrigazione con acque reflue zootecniche depurate non ha comportato variazioni significative sulle caratteristiche chimico-fisico-idropedologiche dei terreni.

Anche l'accumulo di metalli pesanti, determinati in forma totale, non sembra essere particolarmente rilevante.

Benchè per un corretto giudizio sull'influenza che l'utilizzo irriguo di acque reflue zootecniche depurate ha sul terreno e in definitiva sull'ambiente sia necessaria una sperimentazione pluriennale e, almeno per quanto riguarda i metalli pesanti, sia opportuno determinarne anche le forme biodisponibili, sulla base dei risultati ottenuti e delle conoscenze bibliografiche si può ipotizzare la possibilità, almeno per le caratteristiche dei suoli presi in considerazione, di utilizzare tali acque senza particolari problematiche.

### Bibliografia

- Ministero delle Politiche Agricole, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo (1997). *Metodi di analisi fisica del suolo*. Franco Angeli Ed.
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo (2000). *Metodi di analisi chimica del suolo*. Franco Angeli Ed.
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo (2001). *Metodi di analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico*. Franco Angeli Ed.
- Bellicioni S., Colombo L., Cantone P., Figliolia A. (1996). *Valutazione della distribuzione nelle diverse forme chimiche di Cu e Zn nel sistema suolo-pianta a seguito di utilizzo di reflui zootecnici*. Atti XIV Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria.
- Cotto E., Spallacci P., Donatelli M., Papini R. (1997). *Sistemi colturali della Bassa Pianura Padana condotti con uso integrato di liquami suini e concimi minerali*. Comunicazione al XXXI Convegno "Impiego in agricoltura dei reflui zootecnici e dell'industria agroalimentare", Milano, 24-26 giugno.
- Mecella G., Scandella P. (1992). *Influence de l'irrigation avec des eaux d'égout civiles de dépuración sur les caractéristiques physiques et hydro-pédologiques du sol*. International Conference Supplementary Irrigation and Drought Water Management. Bari.
- Metzger L.B., Yaron B., Mingelgrin V. (1983). *Soil hydraulic conductivity as effected by physical and chemical properties of effluents*. Agronomia 3.
- Rossi G., Socciarelli S., Figliolia A. (2000). *Effetto della somministrazione pluriennale di effluenti bovini sul contenuto in metalli pesanti del suolo*. Atti XVIII Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria, Catania.

## **I piani di sviluppo rurale: il caso dell'Umbria**

### ***Rural Development Plan in Umbria***

Ernesta Maria Ranieri

#### **Il Piano di Sviluppo Rurale in Umbria**

I contenuti del mio intervento saranno meno tecnici di quelli presentati dai relatori che mi hanno preceduto: vorrei illustrare il percorso che la Regione Umbria sta compiendo per l'applicazione della direttiva nitrati anche utilizzando uno strumento programmatico, quale è il Piano di Sviluppo Rurale.

Essenzialmente, cercherò di rispondere a due domande di base: perché il Piano di Sviluppo Rurale concorre direttamente all'attuazione della direttiva Nitrati e come, ovvero in che misura, contribuisce ad azioni di salvaguardia e miglioramento ambientale.

È d'obbligo una precisazione che è anche una premessa. Il Piano di Sviluppo Rurale è senza dubbio uno strumento ampio, ma non ha infiniti gradi di libertà, né come risorse né come tipologie di intervento. Ricordo, infatti, che il regolamento comunitario di riferimento esclude qualsiasi incentivo ad azioni di divulgazione e di assistenza tecnica, che pure possono essere di ausilio e di grande significato per una adeguata sensibilizzazione ed informazione sulla tematica ambientale. Vuol dire, quindi, che con il Piano di Sviluppo Rurale si può intervenire solo secondo alcune direttrici e ad esso vanno affiancati altri mezzi derivanti da politiche a carattere nazionale o regionale. Per la specifica tematica relativa alla attuazione della di-

rettiva nitrati, è stato definito, nell'ambito dei cosiddetti "programmi interregionali" – programmi di iniziativa regionale finanziati con risorse nazionali e finalizzati alla realizzazione di una serie di interventi complessi di interesse generale – uno specifico sottoprogramma cui la Regione Umbria aderisce prevedendo, nel proprio documento esecutivo, l'attivazione di alcune azioni tra le quali quelle di sensibilizzazione, informazione, assistenza tecnica e divulgazione per gli operatori relativa all'applicazione dei piani di azione.

Riprendo quindi la questione: perché i Piani di sviluppo rurale concorrono alla direttiva nitrati? Perché, innanzi tutto, devono essere conformi alla normativa comunitaria ed agire per il perseguimento dei diversi obiettivi di carattere generale quale, sicuramente, quello ambientale. C'è sì è tradotto, nella fase di approvazione dei Piani regionali di sviluppo rurale ed a fronte del forte ritardo dell'Italia nella applicazione della direttiva, nella prescrizione da parte della Commissione europea alle singole amministrazioni regionali di esplicitare formalmente la volontà di intraprendere azioni finalizzate al rispetto delle normative ambientali. In questo modo l'attuazione di un percorso volto al rispetto della direttiva diventa condizionante per l'erogazione dei finanziamenti comunitari.

<b>Sommario</b>	<b>Summary</b>
<p>Al momento della definizione del Piano di Sviluppo Rurale, la Regione Umbria si è formalmente impegnata a “compiere progressi significativi nella individuazione delle zone vulnerabili e nella attuazione dei piani di azione ai sensi della direttiva relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”. Ha, in tal modo, previsto sia la designazione e delimitazione delle aree vulnerabili che l’applicazione sulle stesse del piano di azione previsto dalla medesima direttiva, peraltro contenuto e quindi approvato nell’ambito del documento di programmazione regionale per lo sviluppo rurale.</p> <p>L’intervento illustra questi passaggi. Dedicata, poi, una parte alla illustrazione del percorso di approfondimento e di scelte di azioni che l’Amministrazione regionale ha intrapreso per ottimizzare le azioni a finalità ambientale, elaborate all’interno del Piano di Sviluppo Rurale, da applicare nelle zone vulnerabili. Zona di indagine e di verifica è stata quella del bacino imbrifero del lago Trasimeno che, oltre ad essere designata come area vulnerabile a nitrati e fitofarmaci, risulta estremamente critica anche rispetto alla disponibilità della risorsa acqua.</p>	<p>When the rural development plan was being defined, Umbria’s regional government formally undertook to ‘make significant progress in designating vulnerable areas and putting into practice the plans of action in compliance with the Directive relating to the protection of waters from pollution by nitrates of agricultural origin’. The undertaking included both the designation and delimitation of the vulnerable areas, and the application of the Directive’s plan of action, set out, and consequently approved, in the document regarding regional programming for rural development.</p> <p>The presentation illustrates these steps. A section is then dedicated to illustrate the process of investigation and decision making carried out by the Regional Administration in order to optimize the environmental intervention, elaborated in the rural development plan, to be applied in the vulnerable zones. The area under study was the catchment basin of Lake Trasimeno which, as well as being designated an area vulnerable to pollution by nitrates and pesticides, also plays a critical role in the availability of the water resource.</p>

Nel caso dell’Umbria, tale orientamento comunitario è precisato come “impegno a compiere progressi significativi per adempiere agli obblighi stabiliti dalla direttiva nitrati” e quindi a procedere alla individuazione di zone vulnerabili, all’attuazione di un piano di azione nell’ambito delle zone vulnerabili, all’attivazione di misure finalizzate a ridurre il problema dell’impatto ambientale della attività agricola. Ad oggi, nei tre anni dalla approvazione del piano, tutti questi aspetti, in maggiore o minore misura sono stati attivati. Per quanto riguarda le zone vulnerabili – è stato ricordato questa mattina, anche nel quadro riepilogativo espo-

sto dal Ministero dell’Ambiente sulla situazione delle diverse regioni – si è provveduto alla loro individuazione e delimitazione. Si tratta di tre zone vulnerabili: due determinate dalla Regione Umbria – l’area detta “di Petriignano” su cui appunto si sta tra l’altro realizzando il Progetto LIFE di cui domani si parlerà approfonditamente, e la zona detta “di San Martino”, che riguarda la zona dell’asta del Tevere, che va da Perugia a Ponte San Giovanni, fino a Marsciano – ed una “area vulnerabile da nitrati e da fitofarmaci”, designata con DPC dalla parte dell’Autorità di Bacino, nell’ambito del Piano stralcio Trasimeno. Per questa area, sono

già prescritte, fintanto che non si attivano azioni specifiche, norme di salvaguardia contenute nel Piano stralcio T rasimeno, del tutto assimilabili a quelle di un piano d'azione.

Il Piano di Sviluppo Rurale, nella sua forma approvata con decisione comunitaria del 2000, già contiene il piano di azione da applicare nelle aree che sarebbero state designate dalla Regione Umbria come vulnerabili. Lo stesso definisce i divieti e gli obblighi per gli agricoltori. Sono infatti indicate, per le diverse colture, le quantità di azoto di concimi chimici previste dal codice di buona pratica agricola che devono essere rispettate e, nel caso dei reflui zootecnici, la dose massima di 170 kg di azoto ad ettaro; sono previsti i periodi di divieto di fertilizzazione, che nel caso dei reflui è dall'1 dicembre al 28 febbraio, mentre per i concimi chimici, dall'1 dicembre al 31 gennaio; sono specificate le distanze di rispetto per la fertilizzazione: dalle acque demaniali, dai corsi d'acqua; sono regolati i divieti rispetto alle caratteristiche dei terreni: pendenza, terreni innevati, ecc. Quanto agli obblighi, tutte le aziende delle zone vulnerabili sono vincolate alla redazione ed applicazione di piani di fertilizzazione ed alla tenuta di un registro delle fertilizzazioni. C'è anche una parte, molto sintetica in verità, relativa alla regolamentazione sui reflui zootecnici. Questo perché si è ancora in attesa della emanazione del Decreto ministeriale di applicazione dell'art.38 del DLGS 152. La regolamentazione inserita nel Piano di Sviluppo Rurale riguarda, quindi, soltanto alcuni aspetti di stoccaggio e non altri, quali, ad esempio, le modalità di autorizzazione alla fertirrigazione, in attesa, appunto, delle linee applicative ministeriali.

L'aver già definito nel Piano di Sviluppo Rurale il Piano d'azione significa che nelle aree vulnerabili queste prescrizioni diventano anche le regole di base, cioè i requisiti minimi in materia di ambiente che coloro che beneficiano dei finanziamenti per le misure di investimento e di nuovo insediamento dei giovani agricoltori devono rispettare. Nelle stesse zone

sono, poi, il punto di partenza, cioè la soglia minima, per l'attivazione delle misure agro-ambientali che, come è noto, devono prescrivere impegni ambientali maggiori rispetto alle disposizioni obbligatorie. Le misure agroambientali costituiscono, all'interno del Piano di Sviluppo Rurale, la specifica misura destinata a realizzare azioni pluriennali rivolte a ridurre l'impatto dell'attività agricola sull'ambiente, cioè ad intervenire sulle cosiddette esternalità negative, sia a facilitare le cosiddette esternalità positive come la reintroduzione di elementi naturali e paesaggistici. L'applicazione delle misure agroambientali rappresenta, quindi, il contributo positivo alla salvaguardia e miglioramento ambientale.

La Regione Umbria ha individuato nove azioni agro-ambientali e di queste alcune concorrono specificatamente all'obiettivo di riduzione dei nitrati. La limitatezza delle risorse finanziarie fa sì che la Regione Umbria non possa applicare tutte le azioni previste e che pertanto debba essere scelta sia la tipologia di azione che la zona prioritaria di intervento. Ricordo, a tale proposito, che il budget finanziario del Piano di Sviluppo Rurale, se pure consistente, è destinato a promuovere ed incentivare l'insieme degli interventi previsti per lo sviluppo dell'intero territorio regionale. Le misure agro-ambientali sono, cioè, una delle 21 misure previste nel piano che delinea un insieme di azioni anche legate alla competitività ed al territorio in senso lato. Va, infine, fatta un'ulteriore precisazione in ordine alle caratteristiche delle misure agroambientali, che può rappresentare un elemento di debolezza delle stesse. Le misure in questione incentivano servizi ambientali, cioè favoriscono impegni ambientali aggiuntivi rispetto a quelli prescritti, ma il livello di incentivazione è in verità piuttosto basso e può, al massimo, essere pari al 20% dei maggiori costi sopportati per la prestazione dei servizi ambientali: il premio agroambientale è concepito dalla normativa comunitaria come un rimborso. Al momento della definizione delle misure agro-ambientali, infatti, la C om-

missione europea richiede la giustificazione dei premi, ovvero la elaborazione di un insieme di dati che esplicitino tutti i valori relativi alle diverse tecniche agronomiche richieste, al fine di evidenziare la reale perdita di prodotto o di reddito. Per alcune azioni l'incentivo è davvero minimo e poco appetibile. È il caso, ad esempio, dell'azione "Avvicendamento con colture miglioratrici e con tecniche eco-compatibili", molto significativa da un punto di vista ambientale in quelle realtà regionali caratterizzate da una agricoltura fortemente intensiva, con un premio autorizzato di 80 euro ad ettaro e quindi un incentivo di soli 10 euro ad ettaro. Il successo di tali tipologie di azioni è senza dubbio legato a forme di sensibilizzazione ed informazione degli operatori.

Tornando al quadro delle diverse azioni agroambientali definite nel piano di sviluppo dell'Umbria, cinque sono rivolte allo sviluppo di sistemi di produzione a basso impatto ambientale e queste sono state attivate per la campagna agraria in corso, con durata quinquennale.

Sono azioni che agiscono diversamente sui

diversi fattori di input e quindi di conseguenza vanno a incidere sui diversi indicatori ambientali. La tabella 1 indica, appunto, la correlazione tra le azioni, gli impegni ambientali richiesti ed i relativi indicatori. Tra questi, se pure non direttamente presa in considerazione da nessuna delle azioni, vi è l'uso della risorsa idrica, elemento di fondamentale importanza per una delle zone indicate come vulnerabili, quella cioè del lago Trasimeno. Per tutte le azioni nella tabella 1, le aree di intervento individuate come preferenziali sono quelle vulnerabili avendo simulato i possibili effetti che potrebbero essere conseguiti con una congrua adesione da parte delle aziende agricole.

La seconda parte del mio intervento ha, infatti, lo scopo di illustrare per un'area significativa tra quelle vulnerabili, il bacino imbrifero del lago Trasimeno, il percorso seguito per una valutazione, diciamo *ex ante*, della applicazione di una agricoltura sostenibile da un punto di vista ambientale ed economico.

Sull'area del lago Trasimeno, vuoi per la definizione del Piano stralcio Trasimeno, stru-

Tabella 1 – Fattori ambientali oggetto di azioni agroambientali  
Table 1 – Environmental factors subject to agroenvironmental intervention

Azioni agroambientali	Fattori				Indicatori ambientali
	Quantità fertilizzanti	Quantità fertilizzanti	Quantità fitofarmaci	Tecniche colturali	
A1) Riduzione dell'impiego di concimi	X	x			Azoto lisciviato Ruscellamento fosforo
A2) Introduzione dei metodi dell'agricoltura integrata			X	X	Erosione Percolazione fitofarmaci Ruscellamento fitofarmaci
A3) Introduzione / mantenimento metodi dell'agricoltura biologica		X	X	X	Erosione Percolazione fitofarmaci Ruscellamento fitofarmaci
A4) Conversione dei seminativi in pascoli; recupero/manutenzione pascoli esistenti	X		X	X	Erosione Percolazione fitofarmaci Ruscellamento fitofarmaci Azoto lisciviato Uso risorsa idrica
A5) Avvicendamento con colture miglioratrici e con tecniche ecocompatibili	X		X	X	Erosione Percolazione fitofarmaci Ruscellamento fitofarmaci Azoto lisciviato Uso risorsa idrica

mento di regolazione dei diversi elementi anche a carattere ambientale e paesaggistico, che ha designato il bacino imbrifero come zona vulnerabile da nitrati e fitofarmaci, vuoi per la difficile e perdurante situazione siccitosa, si è rivolta molta attenzione. In particolare, è stata oggetto di un certo percorso di analisi finalizzato ad intraprendere azioni correttive e di miglioramento ambientale. Sinteticamente, quindi, illustrerò quanto approfondito e quindi quanto avviato.

Il bacino imbrifero del lago Trasimeno è una zona di 37.951 ettari e di questi il 42% della superficie è terreno agricolo utilizzato. Secondo il censimento 2000, vi sono 4.659 aziende che si riducono a 849 come aziende che hanno presentato nel 2001 la domanda di aiuto per i seminativi. Su tali aziende, di cui si dispongono di dati catastali e colturali, è stato condotto il lavoro di analisi che, si ritiene, adeguato nella misura in cui le 849 aziende di fatto coprono il 90% della superficie agricola utilizzata. È quindi un campione molto significativo. L'analisi è stata realizzata aggiungendo ai dati catastali e colturali, anche quelli relativi alla organizzazione aziendale ed alle tecniche produttive utilizzate. È stato un lavoro abbastanza impegnativo, frutto di puntuali indagini. Alle aziende ad ordinamento prevalente vegetale si aggiungono quelle con allevamenti. In realtà, quest'ultime si sono molto ridotte nell'ultimo decennio, sia per numero di aziende che per capi allevati, ma ancora rappresentano una concentrazione significativa in alcuni areali della zona.

In conseguenza alla definizione come area vulnerabile ai nitrati e fitofarmaci, su tale zona agiscono di fatto due regolamentazioni: quella del piano stralcio Trasimeno, e quella del Piano di Sviluppo Rurale. Le ho di seguito sinteticamente riportate nella tabella 2 per evidenziare le sovrapposizioni e le differenze.

Dalla tabella 2 si evince che le prescrizioni obbligatorie, con l'unica differenza della dimensione della fascia di rispetto dei corsi d'acqua, sono le stesse. Tornando alla illustrazione

Tabella 2 – Confronto fra prescrizioni del piano di azione del Piano di Sviluppo Rurale e del Piano stralcio Trasimeno  
Table 2 – Comparison between the plan of action of the Rural Development Plan and that of the specific Trasimeno Plan

	PSR	PST
Rispetto carichi azoto	X	X
Obbligo redazione piano di fertilizzazione	X	X
Obbligo tenuta registri di carico e scarico reflui zootecnici	X	X
Obbligo tenuta registri di carico e scarico fertilizzazione	X	
Divieto fertilizzanti, diserbanti, fitofarmaci 5 m (corsi d'acqua)		X
Divieto fertilizzanti 10 m (corsi d'acqua)	X	
Divieti spandimento: epoca, pendenza dei terreni, condizioni climatiche	X	X
Lavorazioni a profondità minima		X
Avvicendamenti con colture autunno-vernive		X
Impiego pratiche agricoltura biologica		X

del lavoro di indagine condotto, si fa presente che è stata analizzata la situazione produttiva per due annualità e quindi valutato l'impatto ambientale della stessa, anche con riferimento alle caratteristiche pedologiche del territorio. Il lavoro, condotto dalla Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi di Perugia, presenta un insieme di rilevazioni, di elaborazioni e quindi di indici molto interessanti: dai prelievi idrici, all'azoto ed ai fitofarmaci lisciviati, all'azoto ed ai fitofarmaci percolati, all'erosione. Il tutto con riferimento, appunto, alla tessitura del terreno che influisce fortemente sull'assorbimento dell'azoto somministrato alle colture. Su tale base sono state individuate anche zone omogenee. Un lavoro quindi molto puntuale e molto dettagliato che potrebbe anche indirizzare azioni diverse sul territorio considerato.

Con questi dati si è lavorato ipotizzando alcuni scenari produttivi verosimili, per valutarne la sostenibilità economica, sociale ed ambientale. Per ambientale, leggasi anche riduzione dei nitrati; per scenari produttivi verosimili leggasi situazioni che tengono conto anche delle dimensioni aziendali, dei macchinari posseduti e dell'età degli addetti non potendo immaginare che tutte le aziende possano cambiare dall'oggi al domani. L'età degli agricoltori è mediamente avanzata e tale fat-

tore è certamente limitante rispetto alla introduzione repentina di innovazione, sia tecnica che organizzativa. Nella tabella 3 si rappresentano i diversi scenari:

- A. situazione attuale;
- B. situazione verosimile dall'1 gennaio 2005, quando entreranno le nuove regole della politica agricola comunitaria;
- C. agricoltura totalmente non irrigua, cioè con divieto assoluto di irrigazione;
- D. agricoltura irrigua, ma eco-compatibile, cioè con l'introduzione di misure eco-compatibili e regolamentazione degli aspetti relativi all'irrigazione;
- E ed F. nei quali si agisce soprattutto sulla zootecnia;
- G. applicazione stringente di tutte le indicazioni e gli orientamenti contenuti nel piano stralcio T rasimeno (massimizzazione super-

ficie dedicata a metodi di agricoltura biologica, ottimizzazione della regolamentazione irrigua, ecc.).

Lo scenario F introduce anche forme consistenti di agricoltura di qualità: è sicuramente lo scenario più affascinante ma meno probabile, almeno a breve.

A fronte di questi scenari, sono stati elaborati, sulla base delle colture, del terreno, delle tecniche adottate, i diversi indicatori ambientali ed economici di cui è stata riportata una sintesi nella tabella 4. Non è infatti pensabile poter parlare soltanto di sostenibilità ambientale trascurando totalmente i possibili connessi effetti economici (tab. 5).

Le caselle in rosso riportate nella tabella 4 indicano il valore massimo dell'indicatore considerato, quindi il valore peggiore, mentre il verde il valore migliore. Come si vede, la si-

Tabella 3 – Quadro degli scenari produttivi considerati  
Table 3 – General picture of the productive scenarios considered

Scenario	Irrigazione			Misure agro-ambientali	Zootecnia estensiva	MTR	Qualità	> arboree
	con	senza	riduzione					
A. Situazione attuale	X							
B. Agricoltura irrigua (attuale e MTR)	X					X		
C. Agricoltura non irrigua		X				X		
D. Agricoltura irrigua ed eco-compatibile	X			X		X		
E. Agricoltura eco-compatibile con zootecnia estensiva			X	X	X	X		
F. Agricoltura di qualità ed ambientale			X	X	X	X	X	X
G. Agricoltura secondo il Piano stralcio			X	X		X		

Tabella 4 – Valori degli indicatori ambientali per i diversi scenari produttivi  
Table 4 – Values of the environmental indicators for the different productive scenarios

Indicatori ambientali	A	B	C	D	E	F	G
Erosione (t)	16.679	18.390	14.781	19.740	18.482	10.957	11.807
Rischio percolazione fitofarmaci	11.093	10.954	8.033	9.021	9.792	7.387	2.886
Rischio ruscellamento fitofarmaci	15.472	15.452	13.941	14.085	13.515	11.757	4.998
Azoto distribuito (.000 kg)	2.124	1.846	1.470	1.491	1.424	1.276	985
Azoto lisciviato (.000 kg)	378	341	364	303	275	250	184
Azoto zootecnico (.000 kg)	819	819	819	819	223	147	147
Acqua attivit agricole (mc)	7.151	6.120	565	4.284	3.994	1.463	2.214
Acqua attivit zootecniche (mc)	1.914	1.914	1.914	1.914	122	82	82

Tabella 5 – Valori degli indicatori economici per i diversi scenari produttivi  
 Table 5 – Values of the economic indicators for the different productive scenarios

Indicatori ambientali	A	B	C	D	E	F	G
PLV agricola (Meuro)	29,1	29,9	23,6	29,3	28,3	30,6	26,9
PLV zootecnica (Meuro)	28,7	28,7	28,7	28,7	6,7	5,4	5,4
Redditi attività agricole (Meuro)	10,2	10,5	9,0	11,1	10,9	11,1	8,8
Redditi attività zootecniche (Meuro)	5,0	5,0	5,0	5,0	2,8	2,7	2,7
Lavoro attività agricole (ore)	980,6	1.011,4	815,9	972,5	934,7	1.145,1	942,3
Lavoro attività zootecniche (ore)	395,2	395,2	395,2	395,2	166,1	108,9	108,9

tuazione attuale è la peggiore, dal punto di vista ambientale, tra tutti gli scenari che noi abbiamo immaginato. Se si esaminano gli indicatori economici e sociali, tabella 5, la situazione peggiore, perché si riduce di molto il fattore occupazione, è invece relativa ad una applicazione totale e cogente del piano stralcio T rasimeno. Lo scenario che equilibra maggiormente una sostenibilità ambientale ed economica è quello D, con una agricoltura eco-compatibile e “sostenuta”, cioè accompagnata da un sostegno ad alcuni impegni ambientali. Lo stesso risultato quantitativo è ottenuto effettuando una analisi multicriteriale che attribuisce ai diversi indicatori, economici ed ambientali, pesi in correlazione ai diversi obiettivi (tab. 6). A fronte di obiettivi che tengano conto di tutti

i diversi elementi, attribuendo un peso prevalente al reddito ma non trascurando nessuno degli obiettivi ambientali, lo scenario migliore è sempre quello indicato come scenario D sostituito al primo posto da quello F se si pone prevalente l’obiettivo ambientale rispetto a quello economico.

Solo nel caso in cui si trascurino gli effetti economici può essere considerato lo scenario G, relativo a quanto prescritto dal piano stralcio T rasimeno.

Si conferma, quindi, l’opportunità della scelta della applicazione di una agricoltura ecocompatibile, quella individuata ed incentivata con le misure agro-ambientali che abbiamo pensato nel nostro Piano di Sviluppo Rurale.

Tabella 6 – Sintesi dei risultati della analisi multicriteriale effettuata per i diversi scenari  
 Table 6 – Synthesis of the results of the multicriterial analysis carried out for the different scenarios

Peso degli obiettivi					1	2	3
Reddito	Erosione	Fitofarmaci	Azoto	Acqua			
0,5				0,5	C	D	F
0,5	0,5				F	A	C
0,5		0,5			D	G	F
0,5			0,5		D	F	B
0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	D	F	B
0,4	0,15	0,15	0,15	0,15	F	D	G
	0,25	0,25	0,25	0,25	G	F	C

**12 dicembre 2003**  
**December, 12 2003**



## **Presentazione**

### ***Presentation***

*Oriella Zanon*

Direttore Generale / ARPA Umbria *Director*

Vi ringrazio per essere ancora tutti presenti, per quanto reduci da una giornata di intenso lavoro quale è stata quella di ieri: lavoro comunque di estremo interesse, che ci ha consentito, attraverso una panoramica sulle normative di recepimento e sulle esperienze realizzate dagli Stati membri della Comunità Europea, utili confronti, valutazioni e stimoli per contenere gli effetti inquinanti dei nitrati e garantire in generale la conservazione delle risorse idriche.

Entriamo oggi nel merito dello specifico Progetto LIFE che ha vista interessata la nostra Agenzia affrontando quindi temi e situazioni più localistici. L'Unione Europea, nel focalizzare la propria attenzione sul tema della conservazione delle risorse idriche, ha da tempo dato rilievo al problema dei nitrati.

La direttiva europea in materia risale agli inizi degli anni '90, ma è stata applicata dai singoli stati solo alla fine del decennio e per di più – come sottolineavano anche i rappresentanti dei Ministeri che sono intervenuti – gli ulteriori recepimenti e attivazioni delle regioni italiane, se pur diversificati, si sono dimostrati in genere poco solleciti e non del tutto rispondenti quanto a strumenti, monitoraggi e applicazioni tecniche, alle previsioni della norma. Certo, a partire dall'inizio degli anni 2000, si apprezza un discreto miglioramento, ma rimane preoccupante l'indicazione che vede un terzo dei corpi idrici eccedere la soglia dei limiti prescritti, indicazione che rende chiaramente la dimensione e l'importanza del problema. Anche in Umbria abbiamo assistito al tendenziale peggioramento di alcune riserve idriche strategi-

*Thank you for being with us once again, having survived the hard work of yesterday . It was however extremely interesting work which provided us with a view of the legislation adopted and experiences of the different EU member nations, thus giving fruit to useful comparisons, evaluations and incentives in order to check contamination by nitrates and generally guarantee the conservation of our water resources.*

*Today we will go into the details of the LIFE project which has involved our Agency, therefore broaching issues and situations on a more local scale. The EU has for a long time given importance to the problem of nitrates when focussing on the issue of water resource conservation.*

*The European directive on the subject dates back to the beginning of the 90's, but it was applied in each nation only at the end of the decade. Moreover – as the ministry representatives have underlined- successive legislative adoption and activation in the Italian regions, though differing, generally occurred rather late, and the instruments, monitoring and technical application did not always completely conform to the provisions of the law. Of course, since the year 2000, there has been an improvement, but the fact that in a third of the water reserves the prescribed limits are exceeded remains a source of worry and clearly indicates the dimension and importance of the problem. Umbria has also witnessed a tendential worsening in the quality of certain water reserves important to our region caused by*

che per la nostra regione causato dalla presenza di nitrati, ragione per cui, nel contesto dell'attenzione da tempo posta al problema, ARPA ha promosso e si è impegnata nell'attuazione del progetto LIFE che stiamo per illustrare.

Negli anni '70 abbiamo assistito ad un'inversione di tendenza nelle modalità di approvvigionamento delle risorse idriche a destinazione idropotabile: è prima prevalso l'utilizzo delle sorgenti appenniniche, ovvero di risorse per certi versi più facilmente preservabili da un punto di vista qualitativo, oltre che di buone caratteristiche di base.

In effetti, le aree appenniniche dell'Umbria sono produttrici di acque minerali di pregio frequentemente di origine e qualità molto simile a quelle ordinariamente utilizzate per uso idropotabile. Ma, come tutti sappiamo, le sorgenti sono soggette a variabilità delle portate e possono non garantire sempre i quantitativi necessari.

Le crisi nel tempo intervenute sul fronte della riserva disponibile sono state risolte spostando buona parte degli attingimenti negli acquiferi sotterranei: in particolare per la città di Perugia si è ritenuto strategico e risolutivo attingere alla falda dell'area di Petriignano di Assisi.

A partire dagli anni '90, però, è intervenuto un tendenziale abbassamento di livello e peggioramento della qualità di tale risorsa, dovuto ad una crescente presenza di nitrati. Va evidenziato che la Regione Umbria ha operato in maniera sollecita per tenere sotto controllo questi fenomeni attivando un sistema di monitoraggio efficace della loro evoluzione nel tempo. Ovviamente, il non poter rinunciare a questa risorsa – strategica non solo per la città di Perugia, ma per tutti i centri entrati via via a far parte dell'area servita dal sistema integrato di distribuzione di acqua potabile – ha comportato investimenti e spese per la potabilizzazione e la miscelazione al fine di rientrare nei limiti di legge senza peraltro intervenire efficacemente sulle cause del degrado.

Il risanamento in un territorio che, oltre alla forte pressione antropica generale presenta coltivazioni intensive e allevamenti suinicoli di

*the presence of nitrates. Attention has long since been concentrated on this problem, and it is against this background that ARPA decided to promote and activate the LIFE project which we are about to present.*

*In the 70's there was an about turn in the ways of procuring potable water: in the beginning the water prevalently used came from springs in the Appenines, water reserves whose quality in some ways is easily preserved, as well as boasting good general characteristics.*

*The Umbrian Appenine area is a source of high quality mineral water which is frequently of similar quality and origin to that normally used for drinking.*

*But, as we all know, springs are subject to variability in flow and may not always guarantee the quantities of water necessary.*

*The crises in the available water supply were resolved by switching to drawing water from underground aquifers: in particular for the town of Perugia it was decided that the best and most definitive solution was to draw water from the water table in the area round Petriignano di Assisi.*

*Since the 90's however there has been a tendential lowering of the level and worsening of the quality of this resource, due to a growing presence of nitrates. It should be noted that Umbria's local administration promptly intervened to keep these phenomena under control by activating an efficient system to monitor them over time. Obviously the fact that this resource was indispensable – strategic as it was not only for Perugia but for all the towns which had gradually become included in the area supplied by the integrated system for the distribution of potable water – meant that it was necessary to invest and spend on rendering the water potable and mixing it in order to bring it within the legal limits, without however also intervening efficiently on the causes of the contamination. The decontamination of a territory which is not only heavily populated but also intensively cultivated, with extensive pig farms, cannot but*

significative dimensioni, non può prescindere dalle pratiche agricole e deve essere affrontato in maniera integrata con l'agricoltura; si è cercato quindi di salvaguardare produzioni e zootecnia – elementi significativi dell'economia locale – attenuandone contestualmente gli effetti critici.

Il progetto che abbiamo oggi all'attenzione mira a un'opera di sensibilizzazione su questi temi attenuandone contestualmente gli effetti critici; questo, orientando comportamenti produttivi e di fertilizzazione, anche a vantaggio dell'economicità – ad esempio riducendo le somministrazioni – e dimostrando come la produzione possa comunque non risulterne penalizzata, bensì mantenere livelli di assoluta accettabilità. Un progetto, in altri termini, che, promuovendo metodi di produzione a più basso impatto, si orienta decisamente verso la sostenibilità.

*involve agricultural practices and any approach must integrate this aspect; the attempt has therefore been to safeguard agricultural and livestock production – important factors for the local economy – while at the same time attenuating critical effects on the water resource.*

*The project under examination today aims at increasing awareness of these problems and attenuating the critical effects in this context. The project orienting productive and fertilizing practices, sometimes even to an economic advantage – for example reducing the amounts of fertilisers applied – and demonstrating that production does not necessarily suffer, but can be maintained at a perfectly acceptable level. In other words it is a project which, by promoting methods of production with a lower environmental impact, is decidedly oriented towards sustainability.*